

## Analisis Head Loss Pada Sistem Perpipaan Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*) untuk Penyiraman Tanaman

Zulfan\*<sup>1</sup>, Darwin<sup>2</sup>, Dedi Afandi<sup>3</sup>, Nurul Fatayat<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 23111 Indonesia  
e-mail: \*<sup>1</sup>zulfanstmt@unsyiah.ac.id, <sup>2</sup>darwin@unsyiah.ac.id, <sup>3</sup>dediafandi@unsyiah.ac.id,  
<sup>4</sup>nurul\_f@mhs.unsyiah.ac.id

### Abstrak

Indonesia merupakan negara yang mayoritas masyarakatnya bekerja sebagai petani. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan masyarakat terdapat banyak cara untuk mengaliri air ke tanaman, sehingga penggunaan air lebih efisien. Efisiensi penggunaan air di lahan pertanian dapat dioptimalkan melalui penggunaan sistem irigasi yang tepat. Sistem irigasi yang banyak digunakan adalah irigasi tetes yang memiliki nilai efisiensi 80-95 % dibandingkan dengan sistem irigasi lainnya. Untuk mencapai efisiensi yang diinginkan maka diperlukan suatu upaya yaitu dengan merangkai sistem perpipaan sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk mengalirkan air ke lahan tanaman. Sistem perpipaan dapat mempermudah pendistribusian fluida untuk kebutuhan industri maupun untuk keperluan pertanian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa head loss yang terjadi pada sistem perpipaan. Metode pengukuran dalam penelitian ini adalah mengukur volume air, debit air, dan kecepatan aliran fluida, yang dihasilkan dari sistem perpipaan dengan menggunakan tekanan gravitasi. Pengukuran dilakukan selama satu bulan yaitu dari bulan Januari-Februari dan proses penyiraman dilakukan saat pagi dan sore hari. Pada saat pengujian, air yang dibutuhkan untuk sekali penyiraman yaitu 151,82 l. Hasil yang diperoleh dari analisa data untuk head loss yang terjadi pada setiap pipa lateral dari sistem perpipaan itu berbeda-beda. Head loss terbesar terjadi pada pipa lateral e yaitu 8,146 m dan head loss terkecil terjadi pada pipa lateral a yaitu 5,375 m. Dari hasil pembahasan disimpulkan bahwa jarak antara pipa lateral dengan letak reservoir sangat berpengaruh terhadap keluaran debit air dan head loss yang terjadi pada sistem perpipaan.

**Kata kunci**—Irigasi Tetes, Sistem Perpipaan, Head Loss kompleksitas

### Abstract

Indonesia is a country where the majority of the people work as farmers. Along with the development and growth of society, there are many ways to flow water to plants, so that water use is more efficient. The efficiency of water use in agricultural land can be optimized through the use of appropriate irrigation systems. The irrigation system that is widely used is drip irrigation which has an efficiency value of 80-95% compared to other irrigation systems. To achieve the desired efficiency, an effort is needed, namely by assembling a piping system in such a way as to make it easier for water to flow to crop fields. The piping system can facilitate the distribution of fluids for industrial needs and for agricultural purposes. The purpose of this study is to analyze the head loss that occurs in the piping system. The measurement method in this study is to measure the volume of water, water discharge, and fluid flow velocity, which is generated from the piping system using gravity pressure. Measurements were carried out for one month, namely from January to February and the watering process was carried out in the morning and evening. At the time of testing, the water required for one watering is 151.82 l. The results obtained from data analysis for head loss that occurs in each lateral pipe of the piping system are

*different. The largest head loss occurs in the lateral pipe e which is 8,146 m and the smallest head loss occurs in the lateral pipe a which is 5,375 m. From the results of the discussion, it is concluded that the distance between the lateral pipe and the location of the reservoir is very influential on the output of water discharge and head loss that occurs in the piping system.*

**Keywords**— *Drip irrigation, Piping System, Head Loss complexity*

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya semua tanaman membutuhkan air dalam jumlah yang besar. Air yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman itu sendiri sehingga menghasilkan produk-produk yang berkualitas untuk digunakan oleh masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman maka diperlukan cara pengaturan dan pemakaian air secara efektif dan efisien pada lahan pertanian. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan masyarakat terdapat banyak cara untuk mengaliri air ke tanaman, sehingga penggunaan air lebih efisien. Pemberian air dengan cara penyiraman langsung dapat dilakukan dengan menggunakan sistem irigasi yang sangat cocok sebagai cara alternatif untuk pengairan terhadap tanaman.

Irigasi adalah istilah yang berkaitan dengan penyaluran air dari sumber ke tanaman. Sistem irigasi yang banyak di gunakan adalah irigasi curah di permukaan tanah. Irigasi ini membutuhkan air dalam jumlah banyak sedangkan tingkat efisiensi penggunaan airnya rendah. Untuk mengatasi keterbatasan air, sistem irigasi tetes merupakan pilihan tepat dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Irigasi tetes adalah metode pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada area perakaran tanaman maupun pada permukaan tanah melalui tetesan secara kontinu dan perlahan [1].

Penggunaan sistem irigasi tetes diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air pada tanaman secara optimum. Untuk mencapai efisiensi yang diinginkan maka diperlukan suatu upaya yaitu dengan merangkai sistem perpipaan sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk mengalirkan air ke lahan tanaman. Sistem perpipaan dapat mempermudah pendistribusian fluida untuk kebutuhan industri maupun untuk keperluan pertanian.

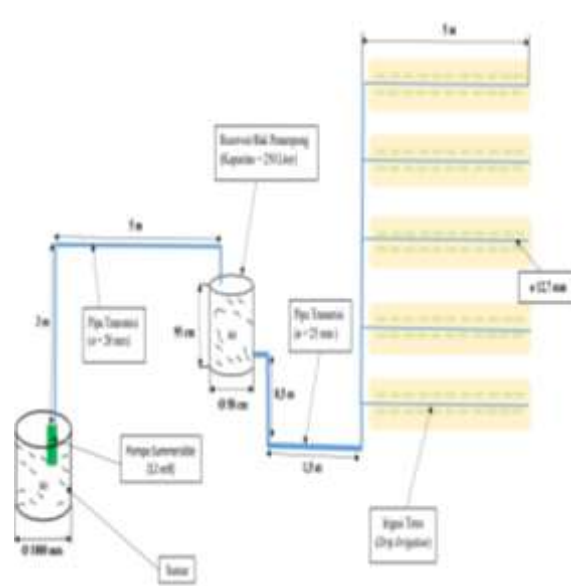
Salah satu masalah sistem perpipaan adalah rugi aliran (*head loss*) akibat penggunaan reducer dan elbow. Kerugian head (*head loss*) sangat merugikan dalam sistem perpipaan, karena head loss yang besar menyebabkan tekanan fluida menjadi lebih rendah [2].

Dari penjelasan diatas maka penelitian dilakukan pada sistem perpipaan irigasi tetes untuk pengairan ke lahan tanaman dengan mengukur volume air, menghitung debit air, kecepatan aliran fluida dan kerugian tekanan (*head loss*) yang terjadi pada saat penyiraman.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sistem perpipaan irigasi tetes dilakukan pengambilan data volume air dalam sekali penyiraman tanaman, menghitung debit air dan kecepatan aliran fluida. Selanjutnya melakukan analisa terhadap head loss yang terdapat pada setiap pipa lateral sistem perpipaan ini. Skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

---



Gambar 1. Skema Rancangan Sistem Penelitian

Berikut beberapa komponen utama yang digunakan yaitu :

1. Pompa Air  
 Pompa air yang berfungsi untuk mensuplai air ke dalam bak penampung/reservoir, agar air yang berada dalam reservoir menjadi kontinyu. Sehingga penelitian dapat dilakukan dengan maksimal.
2. Bak Penampung / Reservoir  
 Reservoir berfungsi untuk menampung air yang akan digunakan untuk penyiraman tanaman. Bak penampung yang digunakan pada penelitian ini bervolume sebesar 250 liter.
3. Sistem Perpipaan  
 Pipa berfungsi sebagai penyalur air ke lahan media tanam. Pada sitem perpipaan terdapat satu pipa utama, satu manifold dan lima pipa lateral.
4. Katup  
 Katup berfungsi untuk mengontrol tekanan air yang keluar dari bak penampungan. Pada penelitian ini terdapat 6 katup yang digunakan.
5. Fitting (Sambungan Pipa)  
 Fitting (Sambungan Pipa) berfungsi untuk menyambung bagian antar pipa satu dengan yang lain untuk menyesuaikan dengan kebutuhan. Terdapat 3 jenis fitting yang digunakan yaitu elbow sebanyak 4 pcs, percabangan (Tee) sebanyak 4 pcs, dan reducer sebanyak 1 pcs.

Untuk mencari nilai Q (debit aliran fluida) dapat menggunakan persamaan :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

dimana:

Q = Debit aliran fluida (liter/menit)

t = Waktu (menit)

V = Volume air (liter)

Untuk mencari nilai V (kecepatan aliran fluida) maka digunakan persamaan dibawah ini:

$$Q = A.V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot V$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \quad (2)$$

dimana:

A = luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/s)

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/s)

Hukum persamaan Bernoulli menyatakan bahwa pada pipa mendatar, tekanan fluida paling besar adalah pada bagian yang kelajuan alirannya paling kecil. Sebaliknya, tekanan paling kecil adalah pada bagian yang kelajuan alirnya paling besar [5].

Secara matematis persamaan Bernoulli adalah sebagai berikut [6]:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \quad (3)$$

dimana:

P<sub>1,2</sub> = Tekanan di penampang 1 dan 2 (N/m<sup>2</sup>)

V<sub>1,2</sub> = Kecepatan di penampang 1 dan 2 (m/s)

z<sub>1,2</sub> = Tinggi pada permukaan 1 dan 2 (m)

γ = Berat jenis air (N/m<sup>3</sup>)

g = Gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Untuk menghitung kerugian head akibat gesekan fluida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

dimana:

h<sub>f</sub> = Head losses mayor (m)

f = Faktor gesekan

L = Panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

V = Kecepatan laju aliran fluida (m/s)

G = Gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Dengan demikian agar dapat menyelesaikan permasalahan aliran fluida dalam pipa dengan faktor gesekan pipa ( f ) dari persamaan (1.3), untuk aliran laminar dimana bilangan Reynolds kurang dari 2300 (Re < 2300), faktor gesekan dihubungkan dengan bilangan Reynolds dengan persamaan :

$$f = \frac{64}{Re} \quad (5)$$

dimana :

f = factor gesekan pipa

Re = Bilangan Reynolds

Untuk mengetahui jenis aliran yang terjadi maka dapat digunakan Hukum persamaan bilangan Reynolds yaitu :

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad (6)$$

dimana:

Re = Bilangan Reynolds

$D$  = diameter pipa (m)

$V$  = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/s)

$\nu = \frac{\mu}{\rho}$  viskositas kinematik ( $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ )

Untuk *minor losses* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini [6]:

$$hm = K \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

dimana :

$hm$  = Head loss minor (m)

$K$  = Koefisien kerugian aliran (m)

$V$  = Kecepatan laju aliran fluida (m/s)

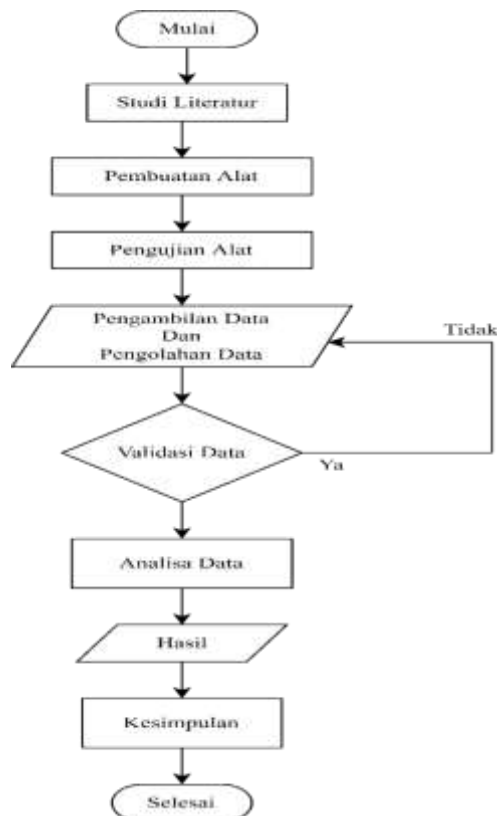
$g$  = Gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

dari persamaan (7) untuk koefisien kerugian aliran ( $K$ ) dapat kita pada Tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.** Koefisien kerugian Aliran Yang Terdapat Pada Pipa

Jenis Komponen	K
Siku 90°	0,2
Sambungan T lurus	0,2
Sambungan T Cabang	1,0
Katup Sudut (terbuka Penuh)	2

Berikut merupakan tahapan atau alur penelitian dapat dilihat pada diagram proses penelitian Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengukuran Debit Air dan Kecepatan Aliran

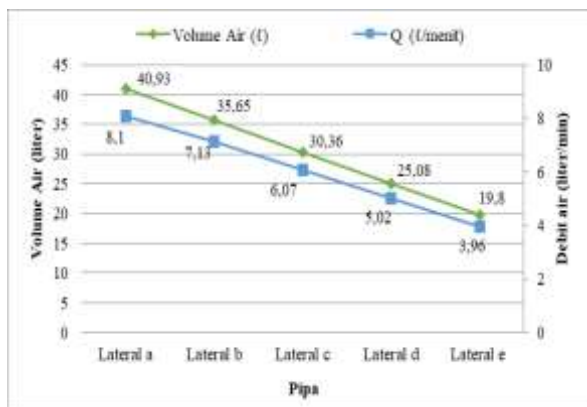
Dari hasil pengambilan data yang dilakukan maka diperoleh volume air yang berbeda dari setiap pipa lateral untuk sekali penyiraman yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Debit Air dan Kecepatan Aliran Fluida

Pipa	$Q (m^3/s)$	$V (m/s)$
Lateral a	0,000135	1,07
Lateral b	0,000119	0,94
Lateral c	0,000101	0,79
Lateral d	0,0000836	0,65
Lateral e	0,000066	0,55

Dari Tabel 2 diatas menyatakan bahwa total air yang dibutuhkan tanaman untuk sekali penyiraman yaitu sebesar 151,82 ℓ. Dalam satu hari penyiraman tanaman dilakukan selama 2 kali, jadi setiap harinya dibutuhkan 303,64 ℓ air untuk penyiraman tanaman.

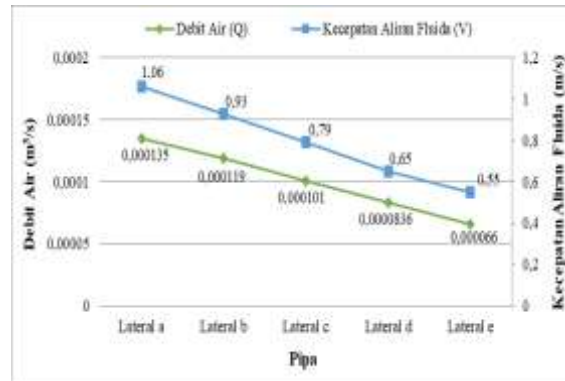
Hasil pengukuran debit air pada tiap-tiap pipa lateral untuk sekali pengairan pada tanaman saat katup dibuka tidak serentak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan volume air terhadap debit air pada pipa lateral

Berdasarkan hasil analisa data pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa volume air pada pipa lateral a sebesar 40,93 ℓ dan debit air pada pipa lateral a sebesar 8,1 ℓ/menit. Maka grafik diatas menunjukkan bahwa volume air dan debit air pada pipa lateral a lebih besar dibandingkan dengan pipa lateral a, b, c, dan d.

Data perhitungan hasil dari debit air sangat berpengaruh terhadap analisa data dari kecepatan aliran fluida. Hasil analisa data dari debit air terhadap kecepatan aliran fluida selama satu kali penyiraman dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.

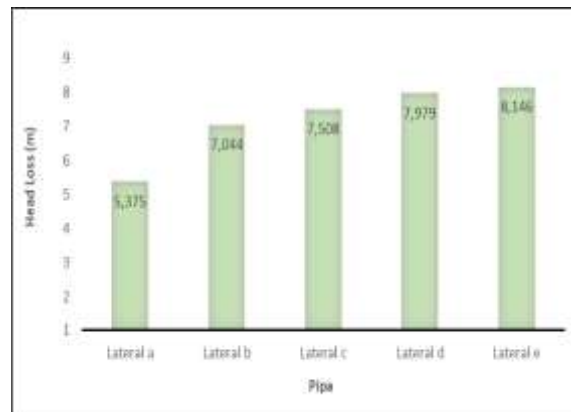


Gambar 4. Grafik hubungan antara debit air terhadap kecepatan aliran fluida pada pipa lateral

Berdasarkan hasil analisa data pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa kecepatan aliran fluida pada pipa lateral a yaitu 1,06 m/s, itu menunjukkan bahwa fluida mengalir lebih cepat pada pipa lateral a dibandingkan dengan pipa lateral lainnya. Hal ini dikarenakan letak dari pipa lateral a lebih dekat dengan tangki atau reservoir sehingga fluida mengalir lebih cepat.

### 3.2 Hasil Analisa Data Perhitungan Head Loss

Dari hasil perhitungan data head loss maka dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

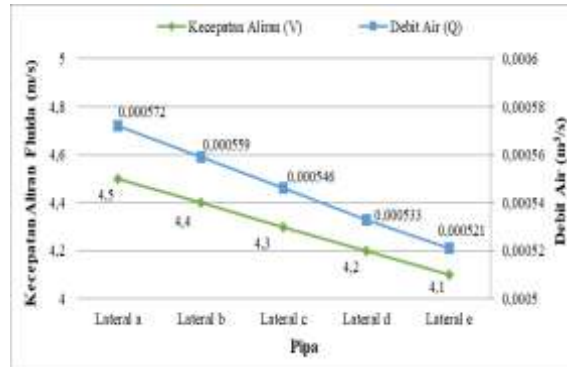


Gambar 5. Grafik Head Loss pada tiap-tiap pipa lateral

Dari grafik Gambar 5 yang menyatakan bahwa head loss yang terdapat disetiap pipa lateral berbeda-beda. Pada pipa lateral a terdapat 5,375 m kerugian head loss dan yang terbesar kerugiannya terdapat pada pipa lateral e yaitu sebesar 8,146 m.

### 3.3 Hasil Analisa Data Perhitungan Debit Air Saat Katup Pipa Lateral Dibuka Serentak

Berikut ini grafik perbandingan debit air terhadap kecepatan aliran yang keluar disetiap pipa lateral saat katup secara serentak.



Gambar 6. Grafik hubungan kecepatan aliran terhadap debit air saat katup dibuka serentak

Berdasarkan data dari Gambar 6 maka dapat dibuat perbandingan debit air yang keluar saat katup dibuka satu persatu dan dibuka serentak yaitu dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Grafik perbandingan debit air dengan variasi bukaan katup

Dari hasil analisa yang didapat terkait keluaran volume air dan debit air yang berbeda-beda. Seperti dapat dilihat pada Gambar 7 yaitu debit air keluar saat katup dibuka tidak serentak berbeda dengan katup yang dibuka secara serentak.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Dari pengambilan data volume air yang dibutuhkan untuk sekali penyiraman yaitu sekitar 151,82 liter air.
2. Debit air dan kecepatan aliran fluida yang didapatkan berbeda dari setiap pipa lateral. Debit air dan kecepatan aliran fluida terbesar terdapat pada pipa lateral a dan terkecil pada pipa lateral e.
3. Setelah dilakukan analisa data terhadap head loss didapat kan hasil bahwa head loss terbesar terdapat pada pipa lateral e yaitu 8,146 m dan terkecil terdapat pada pipa lateral a yaitu 5,375 m.

#### 5. SARAN

Saran-saran untuk untuk penelitian lebih lanjut untuk menutup kekurangan penelitian. Tidak memuat saran-saran diluar untuk penelitian lanjut.



#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yanto, A. Tusi, S. Triyono, 2014, Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Pada Tanaman Kembang Kol (*Brassica Oleracea* var. *Botrytis L. Subvar. Cauliflora DC*), vol. 3, no. 2, Hal:141–154.
  - [2] A. Fahrudin, Mulyadi, 2018, Rancang Bangun Alat Uji Head Losses Dengan Variasi Debit Dan Jarak Elbow 90° Untuk Sistem Perpipaan Yang Efisien, vol. 7, no. 1, Hal:32–35.
  - [3] I. E. Putra, Sulaiman, A. Galsha, 2017, Analisa Rugi Aliran ( Head Losses ) pada Belokan Pipa PVC, Hal:34–39.
  - [4] A. N. P. Sihite, A. H. Nasution, 2013, Analisis Kerugian Head Pada Sistem Perpipaan Bahan Bakar HSD PLTU Sicanang Menggunakan Program Analisis Aliran Fluida, vol. 4, no. 4, Hal:223–228.
  - [5] B. Arifiyanto, 2016, Analisis Head Losses Sambungan Elbow 90° Tipe Ekspansi Pada Penyuplaian Udara Untuk Proses Pembakaran, Skripsi Teknik Mesin, Universitas Jember, Jawa Timur.
  - [6] B. R. Munson, D. F. Young, T. H. Okiishi, 2004, Mekanika Fluida, Jilid 2, Edisi 4, Jakarta: Erlangga.
  - [7] Jailani, 2013 Sebaran Komunitas Ikan Padang Lamun (*Seagrass Beds*) Pada Musim Barat Di Perairan Pesisir Kota Bontang, Kalimantan Timur, vol. 19, no. 1, Hal:75–81
  - [8] I. D. S. Putra, 2017, Pengujian Karakteristik Aliran Pada Sistem Perpipaan Dengan Menggunakan Peralatan Eksperimen Fenomena Kavitasi, Skripsi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
  - [9] I. M. Ramadan, A. Syuriadi, 2016, Analisis Faktor Head Losses Penstock Terhadap Daya Yang Dihasilkan Di PLTA Saguling, vol. 15, no. 3, Hal:239–244.
  - [10] A. Ansari, 2016, Analisis Kinerja Penggunaan Irigasi Tetes Otomatis Pada Pembibitan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*), Skripsi Teknik Pertanian Dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
-