

**MEMPELAJARI PERILAKU ALIRAN DAN KEHILANGAN ENERGI TEKAN PADA  
SALURAN BERBENTUK TRAPESIUM SKALA LABORATORIUM**

**ARTIKEL ILMIAH**



**OLEH**

**EFENDI**

**C1J 211 021**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PANGAN DAN AGROINDUSTRI  
UNIVERSITAS MATARAM  
MATARAM  
2018**

### HALAMAN PENGESAHAN PUBLIKASI

Dengan ini kami menyatakan artikel yang berjudul "Mempelajari Perilaku Aliran dan Kehilangan Energi Tekan Pada Saluran Berbentuk Trapesium Skala Laboratorium" disetujui untuk dipublikasikan.

Nama : Efendi  
Nomor Mahasiswa : C11 211 021  
Program Studi : Teknik Pertanian

Mengesahkan dan Menyetujui:

Mataram, Juni 2018

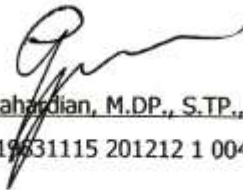
Pembimbing Utama



Sirajuddin H. Abdullah, S.TP., MP.

NIP. 1971010200501 1 004

Pembimbing Pendamping



Guyup Mahardian, M.DP., S.TP., M.Si.

NIP. 19631115 201212 1 004

## **MEMPELAJARI PERILAKU ALIRAN DAN KEHILANGAN ENERGI TEKAN PADA SALURAN BERBENTUK TRAPESIUM SKALA LABORATORIUM**

Efendi <sup>1</sup>, Sirajuddin H. Abdullah <sup>2</sup> dan Guyup Mahardian Dwiputra <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maha Siswa Program Studi Teknik Pertanian di Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

<sup>2</sup>Staf Pengajar program Studi Teknik Pertanian di Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari perilaku aliran dan kehilangan energi tekan (*head losses*) pada saluran air berbentuk trapezium skala Laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik dan Konservasi Lingkungan Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram, dilakukan pada bulan Januari 2018. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan 3 perlakuan kecepatan putaran pompa. Desain saluran berbentuk trapezium dengan lebar 10 cm, tinggi penampang 20 cm dan total panjang 13,6 m. Parameter yang diamati yaitu kemiringan dasar saluran, luas penampang aliran, keliling basah, jari – jari hidrolis, kecepatan aliran, debit aliran, bilangan Reynold, bilangan Froude, energi spesifik, head losses, total energi, kedalaman kritis, dan kecepatan kritis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bilangan Froude didapatkan pada bagian sisi pemasukan secara berturut – turut sebesar 1,8966, 1,9949, 1,9953 dengan masing – masing perlakuan kecepatan putaran pompa 1228 rpm, 1336 rpm, dan 1760 rpm, sedangkan pada bagian sisi pengeluaran secara berturut – turut sebesar 1,0583, 1,1778, 1,3086 dengan kecepatan putaran pompa yang sama. Tipe aliran yang didapatkan pada saluran pemasukan dan pengeluaran disemua perlakuan adalah super kritis. *Head losses* pada bagian sisi pengeluaran berturut – turut sebesar 1,0583 m, 1,1778 m, dan 1,3086 m dengan penurunan kecepatan putaran pompa. Peningkatan *head losses* dipengaruhi oleh panjang saluran, kecepatan aliran yang menurun dari titik pemasukan ke titik pengeluaran dengan penurunan perlakuan kecepatan putaran pompa yang berbeda. Energi Spesifik yang didapatkan pada sisi pemasukan secara berturut – turut sebesar 0,1180 m, 0,1333 m, 0,1809 m dengan penurunan perlakuan kecepatan putaran pompa, sedangkan pada sisi pengeluaran secara berturut – turut yaitu 0,1123 m, 0,1279 m, 0,1508 m dengan kecepatan putaran pompa yang sama. Hal ini terjadi karena peningkatan kedalaman saluran, dan kecepatan aliran akibat adanya perlakuan kecepatan putaran pompa yang diberikan. Total energi yang didapatkan pada sisi pemasukan yaitu sebesar 0,4227 m, 0,4585 m, 0,5190 m, sedangkan pada bagian sisi pengeluaran yaitu sebesar 0,3427 m, 0,3427 m, 0,3655 m, dengan perlakuan yang sama. Kedalaman kritis didapatkan pada sisi pemasukan sebesar 0,0605 m, 0,0708 m, 0,0825 m, sedangkan pada bagian sisi pengeluaran sebesar 0,0506 m, 0,0620 m, 0,0735 m, dengan kecepatan putaran pompa yang sama. Kecepatan kritis yang didapatkan pada sisi pemasukan berturut – turut sebesar 0,0732 m, 0,0824 m, 0,0830 m, sedangkan pada bagian sisi pengeluaran sebesar 0,0535 m, 0,0640 m, 0,0733 m dengan perlakuan kecepatan putaran pompa yang sama.

**Kata kunci:** *Head Losses*, Bilangan Froude, Super Kritis, dan Kecepatan Pompa

## **LEARNING BEHAVIOR BEHAVIOR AND LOSS OF PRESS ENERGY ON TRAPESIUM TRADE LABORATORY FORMS**

Efendi 1), Sirajuddin H. Abdullah 2) and Guyup Mahardian Dwiputra2)

1) Student of Faculty of Food Technology and Agroindustri University of Mataram

2) Lecturer of Faculty of Food Technology and Agroindustri University of Mataram

### **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to study the flow behavior and loss of compressive energy (head losses) on the water-shaped channel trapezium Laboratory scale. This research was conducted in Agricultural Engineering and Conservation Laboratory of Faculty of Food Technology and Agroindustry of University of Mataram, conducted in January 2018. The method used is experimental method with 3 speed treatment of round kompa. Trapezoidal channel design with a width of 10 cm, a cross-sectional height of 20 cm and a total length of 13.6 m. Parameters observed were basal slope, flow cross section, wetness, hydraulic radius, flow velocity, flow rate, reynold number, froude number, specific energy, head losses, total energy, critical depth, and critical velocity. Based on the research that has been done froude number obtained on the side of the income in succession of 1.8966, 1.9949, 1.9953 with each treatment speed of the pump rotation 1228 rpm, 1336 rpm, and 1760 rpm, while on the side consecutive discharge of 1.0583, 1.1778, 1.3086 with the same rotational speed of the pump. The type of flow obtained in the feed and discharge channels in all treatments is super critical. Head losses on the side of the expenditure were 1,0583 m, 1.1778 m, and 1.3086 m, respectively, with decreasing pump rotation speed. Increased head losses are influenced by channel length, decreasing flow velocity from the point of entry to the point of discharge by decreasing the treatment of different pump speeds. Specific energy obtained at the feeding side in succession of 0.1180 m, 0.1333 m 0.1809 m with a decrease in the treatment of rotation speed of the pump, while on the expenditure side in a row that is 0.1123 m, 0.1279 m , 0.1508 m with the same rotation speed of the pump. This is due to the increased channel depth, and the flow velocity due to the treated velocity of the given pump speed. The total energy obtained on the side of income is 0.4227 m, 0.4585 m, 0.5190 m, while on the side of the discharge is 0.3427 m, 0.3427 m, 0.3655 m, with the same treatment . Critical depth was obtained at the side of income of 0.0605 m, 0.0708 m, 0.0825 m, while on the side of the discharge of 0.0506 m, 0.0620 m, 0.0735 m, with the same rotation speed of the pump. The critical velocity obtained at the side of successive inclusion was 0.0732 m, 0.0824 m, 0.0830 m, while on the side of the discharge was 0.0535 m, 0.0640 m, 0.0733 m with the treatment of rotation speed the same pump.*

**Keywords:** Head Losses, Froude Numbers, Super Critical, and Pump Speed

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara pertanian/agraris, yang sebagian besar penduduknya adalah petani. Pada bulan-bulan tertentu, terutama pada musim kemarau sawah-sawah mulai mengering karena kekurangan air, bahkan tidak ada air sama sekali, sehingga peranan jaringan irigasi menjadi sangat penting bagi kehidupan para petani, karena merupakan sarana yang sangat membantu dalam menyediakan kebutuhan air untuk mengairi sawah. Jaringan-jaringan irigasi terdiri dari bangunan utama, saluran irigasi (primer, sekunder, tersier dan kuarter) dan jaringan pembuang (kuarter, tersier, sekunder dan primer) (Darmawan, 2009).

Di dalam peraturan yang ada (PP No 22 /2005) dikemukakan pengertian jaringan irigasi adalah saluran, bangunan dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi. Selanjutnya secara operasional dibedakan ke dalam tiga kategori yaitu jaringan irigasi primer, sekunder dan tersier. Dari ketiga kelompok jaringan tersebut, yang langsung berfungsi

sebagai prasarana pelayanan air irigasi ke dalam petakan sawah adalah jaringan irigasi tersier yang terdiri dari saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter serta bangunan pelengkap.

Menurut Purwanto (1996) dan Sumaryanto dan T. Sudaryanto, (2003), dalam sepuluh tahun terakhir ini di wilayah-wilayah yang semula didesain sebagai lahan beririgasi teknis dan semi teknis telah terjadi penurunan kapasitas lahan irigasi, karena degradasi sumber air irigasi dan menurunnya kinerja jaringan irigasi. Degradasi sumber air irigasi berupa menurunnya stabilitas debit air sungai, sedangkan menurunnya kinerja jaringan irigasi disebabkan oleh rusaknya saluran-saluran tersier dan tidak berfungsinya saluran tersebut akibat elevasi dan dasar saluran lebih tinggi dari permukaan air di saluran sekunder. Disamping itu dijelaskan oleh Arief (1999), bahwa menurunnya kapasitas lahan irigasi bisa juga disebabkan karena rancang bangun jaringan irigasi yang kurang baik.

Sebagai suatu ilmu pengetahuan, irigasi tidak saja membicarakan dan menjelaskan metode-metode dan usaha yang berhubungan dengan pengambilan air dari bermacam-macam sumber,

menampungnya dalam suatu waduk atau menaikkan elevasi permukaannya, serta menyalurkan serta membagi-bagikannya ke bidang-bidang tanah. Irigasi adalah segala usaha manusia yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan sarana untuk menyalurkan serta membagi air ke bidang-bidang tanah pertanian secara teratur, serta membuang air kelebihan yang tidak diperlukan lagi yang akan diolah, tapi juga mencakup masalah-masalah pengendalian banjir, sungai dan segala usaha yang berhubungan dengan pemeliharaan dan pengamanan sungai untuk keperluan pertanian. Di i dalam kegiatan irigasi, sarana penyaluran air irigasi berupa saluran terbuka umumnya diterapkan pada daerah yang memiliki sumber air yang berada pada daerah yang memiliki sumber air yang berada di atas lahan pertanian yang air tersebut dialirkan dengan prinsip gravitasi dengan memanfaatkan berbagai bentuk saluran diantaranya yang banyak diterapkan yaitu saluran berbentuk trapezium. Kelebihan saluran trapesium adalah lebih ekonomis untuk digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan cukup luas dan Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai waktu dan ruang dan

juga bahwa kedalaman aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan permukaan bebas adalah tergantung satu sama lain, maka dengan melalui kajian ini dilakukanlah suatu penelitian yang berjudul "Mempelajari perilaku aliran dan kehilangan energi tekan aliran pada saluran berbentuk trapezium (skala Laboratorium)".

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari perilaku aliran dan kehilangan energi tekan aliran pada saluran berbentuk trapesium.

## **METODELOGI PENELITIAN**

### **Bahan Penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan adalah air .

### **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: penggaris, alat ukur suhu air, kaca (untuk saluran air), besi siku, Pompa Air, Penggaris besi, Buku tulis, *Roll Meter*, spidol dan *stopwatch*.

### **Cara Pengamatan**

Prosedur kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **1. Tahap Konstruksi Alat dan Pengujian**

- Dilakukan konstruksi alat yaitu saluran kaca yang dibuat dengan

ukuran lebar 10 cm, panjang 13,6 m dan tinggi 20 cm .

- Disiapkan pompa air untuk mengaliri air ke dalam saluran.
- Dilakukan pengujian alat dengan menghidupkan pompa air untuk mengalirkan air kedalam saluran guna mengetahui rusak atau bocornya alat.
- Dilakukan evaluasi dan perbaikan alat jika terjadi kerusakan.

## 2. Tahap Pengambilan Data

- Dialirkan air kedalam saluran menggunakan pompa dengan tiga kecepatan pompa yang berbeda yaitu 1228 rpm, 1336 rpm, dan 1760 rpm.
- Dilakukan tahapan tahapan pengambilan data di bagian hulu dan hilir saluran.
- Dicari perilaku aliran dan kehilangan energi tekan aliran pada saluran.
- Pengamatan parameter dilakukan dengan 3 kali ulangan pada setiap kecepatan putaran pompa.
- Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program excel dan dikaji hubungan sebab akibat antara perlakuan kecepatan pompa dengan masing – masing parameternya.
- Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik dan dibuat laporannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun Parameter yang diteliti pada penelitian ini dan sekaligus juga menjadi pembahasannya adalah kemiringan dasar saluran, luas penampang, keliling basah, jari-jari hidrolik, kecepatan aliran air, debit aliran, bilangan reynold, bilangan froude, energi spesifik, *head losses*, total energi, kedalaman dan kecepatan kritis.

### Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan dasar saluran merupakan kemiringan pada saluran yang di dapat dari saluran secara langsung sesuai dengan bentuk saluran yang digunakan. Kemiringan dasar saluran yang dihasilkan yaitu sebesar 0.008456942.

### Luas Penampang Aliran

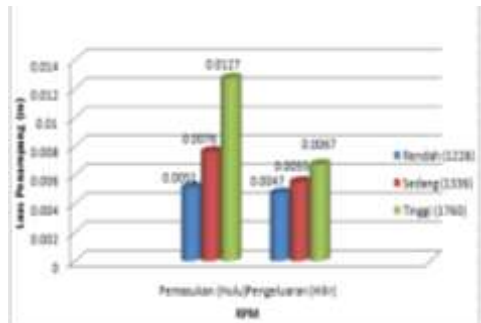
Luas penampang aliranyang dihasilkan digambarkan pada Tabel 1 dii bawah ini.

**Tabel 1. Hasil perhitungan luas penampang aliran**

Tingkat Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Luas Penampang m <sup>2</sup>	
		Pemasukan (Hulu)	Pengeluaran (Hilir)
Rendah	1228	0.0051	0.0047
Sedang	1336	0.0076	0.0055
Tinggi	1760	0.0127	0.0067

Dari Tabel 1 di atas untuk mempermudah analisa luas penampang

yang dihasilkan maka akan digambarkan dalam bentuk grafik.



**Gambar 1. Grafik Luas Penampang Aliran**

Berdasarkan Gambar 1 di atas, dapat dijelaskan bahwa luas penampang aliran yang dihasilkan mengalami peningkatan, baik pada sisi pemasukan maupun sisi pengeluaran dengan adanya perlakuan kecepatan putaran pompa. Dimana pada titik pemasukan saluran luas penampang aliran mengalami peningkatan dari 0,0051 m<sup>2</sup> dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1228 rpm menjadi 0,0127 m<sup>2</sup> dengan kecepatan pompa sebesar 1760 rpm, sedangkan pada titik pengeluaran dari 0,0047 m<sup>2</sup> dengan kecepatan pompa 1228 rpm menjadi 0,0067 m<sup>2</sup> dengan kecepatan pompa 1760 rpm. Akan tetapi jika dibandingkan antara luas penampang di titik pemasukan dengan titik pengeluaran untuk setiap perlakuan kecepatan putaran pompa cenderung mengalami penurunan dari 0,0127 m<sup>2</sup> dengan kecepatan pompa 1760 rpm menjadi 0,0067 m<sup>2</sup> dengan kecepatan pompa yang sama,

perubahan ini terjadi karena adanya pengaruh dari perubahan ketinggian aliran dalam saluran yang selanjutnya berpengaruh terhadap perubahan debit aliran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan kecepatan putaran pompa berpengaruh terhadap perubahan peningkatan debit aliran yang terjadi, sehingga mengakibatkan luas penampang aliran mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya kecepatan pompa begitupun sebaliknya. Perubahan luas penampang aliran dapat mempengaruhi terhadap kondisi jari – jari hidrolis dan debit aliran. Dimana semakin tinggi luas penampang aliran maka jari – jari hidrolis dan debit aliran akan meningkat juga sejalan dengan meningkatnya luas penampang aliran.

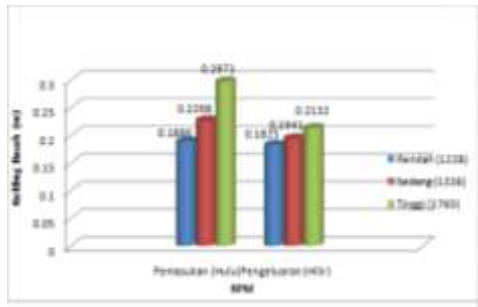
### Keliling Basah

Untuk melihat hasil perhitungannya dari keliling basah, dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 2. Hasil perhitungan keliling basah**

Tingkat Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Keliling Basah (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0.1886	0.1825
Sedang	1336	0.2268	0.1941
Tinggi	1760	0.2971	0.2132





**Gambar 2. Grafik keliling basah**

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat dijelaskan bahwa keliling basah aliran yang dihasilkan baik pada titik pemasukan maupun titik pengeluaran mengalami peningkatan. Dimana pada titik pemasukan keliling basah penampang aliran mengalami peningkatan dari 0,1886 m dengan kecepatan pompa sebesar 1228 rpm menjadi 0,2971 m dengan kecepatan pompa sebesar 1760 rpm begitu juga dengan titik pengeluaran. Akan tetapi, jika dibandingkan antara keliling basah dititik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 0,2971 m dengan kecepatan putaran pompa 1228 rpm menjadi 0,2132 m dengan kecepatan putaran pompa yang sama, demikian juga yang terjadi pada setiap perubahan kecepatan putaran yang lainnya, karena adanya pengaruh dari perubahan ketinggian aliran. Perubahan Ketinggian aliran yang terjadi dipengaruhi oleh adanya perlakuan kecepatan pompa yang berbeda – beda, sehingga menyebabkan keliling basah saluran

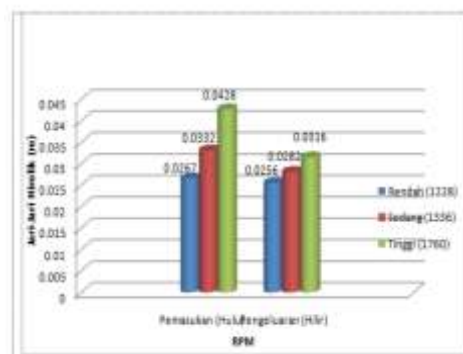
mengalami perubahan sejalan dengan berubahnya perlakuan kecepatan pompa yang diberikan, begitupun sebaliknya. Perubahan keliling basah saluran dapat mempengaruhi terhadap kondisi jari – jari hidrolik. Dimana semakin tinggi keliling basah saluran maka jari – jari hidrolik akan meningkat juga sejalan dengan meningkatnya keliling basah saluran.

### Jari - jari *Hidrolik*

Jari- jari *hidrolik* merupakan rasio luas basah dengan keliling basah aliran air dalam suatu saluran atau bagian dari penampang aliran yang terkena air. Untuk menghitung jari-jari *hidrolik*, maka luas penampang basah dibagi keliling basah, sehingga menghasilkan sesuai dengan yang ditampilkan pada Tabel 3 di bawah ini:

**Tabel 3. Hasil perhitungan jari-jari *hidrolik***

Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Jari-jari Hidrolik (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,0267	0,0256
Sedang	1336	0,0332	0,0282
Tinggi	1760	0,0428	0,0316



### Gambar 3. Grafik Jari-jari Hidrolik

Berdasarkan Gambar 3 di atas, dapat dijelaskan bahwa jari-jari hidrolik yang dihasilkan baik pada titik pemasukan maupun titik pengeluaran cenderung mengalami peningkatan pada setiap perlakuan kecepatan putaran pompa. Dimana pada titik pemasukan jari-jari hidrolik terendah yang dihasilkan sebesar 0,0267 m dengan kecepatan pompa sebesar 1228 rpm, dan tertinggi sebesar 0,0428 m dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1760 rpm, demikian juga pada titik pengeluaran jari-jari hidrolik cenderung mengalami peningkatan dari 0,0256 m dengan perlakuan kecepatan pompa sebesar 1228 rpm menjadi 0,0316 m dengan perlakuan kecepatan putaran pompa 1760 rpm. Akan tetapi, jika dibandingkan antara jari-jari hidrolik di titik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 0,0428 m dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm menjadi 0,0316 m dengan kecepatan putaran pompa yang sama, akibat adanya pengaruh dari perubahan luas penampang aliran dan keliling basah saluran. Perubahan Luas penampang aliran dan keliling basah saluran dipengaruhi oleh adanya perubahan kecepatan pompa dan debit aliran. Dimana semakin tinggi kecepatan pompa dan debit aliran maka jari - jari

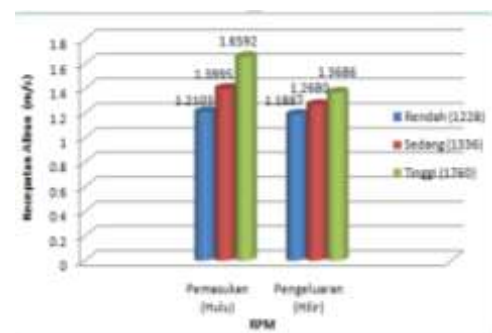
hidrolik akan meningkat pula, begitupun sebaliknya.

### Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran merupakan jarak tempuh aliran pada saluran per satuan waktu atau laju aliran air yang mengalir pada penampang per satuan waktu. Adapun untuk menghitung Kecepatan aliran air adalah dengan menggunakan rumus persamaan *manning* sehingga didapat hasilnya pada Tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran**

Kecepatan Pompa	Kecepatan Aliran (m/s)		
	Putaran pompa (rpm)	Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	1,2103	1,1887
Sedang	1336	1,3995	1,2680
Tinggi	1760	1,6592	1,3686



**Gambar 4. Grafik kecepatan Aliran**

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat dijelaskan bahwa hasil kecepatan aliran yang terendah pada titik pemasukan sebesar 1,2103 m/s dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1228 rpm dan kecepatan aliran tertinggi sebesar 1,6592 m/s dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1760 rpm.

Sedangkan pada titik pengeluaran kecepatan terendah sebesar 1,1887 m/s dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1228 rpm dan kecepatan tertinggi sebesar 1,3686 m/s dengan perlakuan kecepatan putaran pompa sebesar 1760 rpm. Berdasarkan kondisi tersebut, maka kecepatan aliran air yang terjadi baik, pada titik saluran pemasukan maupun pada titik pengeluaran mengalami peningkatan karena adanya pengaruh dari perubahan jari –jari hidrolis yang disebabkan oleh perlakuan kecepatan pompa yang diberikan. Perubahan jari jari hidrolis berpengaruh terhadap kecepatan dan debit aliran. Dimana semakin tinggi kecepatan dan debit aliran maka jari jari hidrolis akan mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya kecepatan dan debit aliran begitupun sebaliknya.

Hal ini sejalan dengan kenaikan kecepatan pompa, jari -jari hidrolis, koefisien kekasaran kaca yang relatif kecil sehingga mengakibatkan kecepatan aliran mengalami peningkatan. Kecepatan aliran pada titik pemasukan, jika dibandingkan dengan kecepatan aliran pada titik pengeluaran disetiap perlakuan kecepatan putaran pompa cenderung lebih tinggi dibagian hulu saluran, sedangkan di bagian hilir kecepatan alirannya rendah karena adanya pengaruh belokan yang

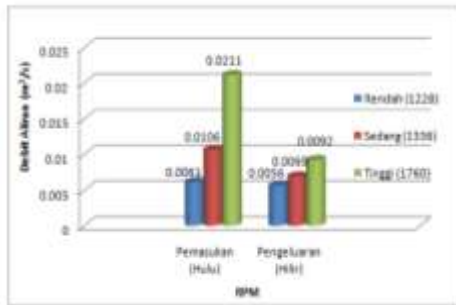
menahan laju aliran dan setelah melewati belokan pada saluran kecepatannya meningkat kembali. Perubahan kecepatan aliran berpengaruh terhadap kondisi debit aliran, bilangan reynold, bilangan froude, energi spesifik, *head losses*, total energi, dan kecepatan kritis. Dimana semakin tinggi debit aliran, bilangan reynold, bilangan froude, energi spesifik, *head losses*, total energi, dan kecepatan kritis maka kecepatan aliran akan mengalami peningkatan juga.

### Debit Aliran

Debit aliran merupakan volume atau jumlah air yang mengalir pada suatu penampang saluran per satuan waktu. Debit aliran diperoleh dengan menggunakan rumus persamaan *manning*, sehingga debit aliran yang dihasilkan dapat ditampilkan pada Tabell 5 di bawah ini:.

**Tabel 5. Hasil perhitungan debit aliran**

Kecepatan Pompa	Debit Aliran (m <sup>3</sup> /s)		
	Putaran pompa (rpm)	Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,0061	0,0056
Sedang	1336	0,0106	0,0069
Tinggi	1760	0,0211	0,0092



**Gambar 5. Grafik debit aliran**

Berdasarkan Gambar 5 di atas, dapat dijelaskan bahwa debit aliran yang dihasilkan pada titik pemasukan dan titik pengeluaran mengalami peningkatan, sejalan dengan peningkatan kecepatan putaran pompa. Dimana pada titik pemasukan debit aliran terendah sebesar  $0,0061 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1228 rpm dan debit aliran tertinggi sebesar  $0,0211 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan kecepatan putaran pompa sebesar 1760 rpm, sedangkan pada titik pengeluaran debit aliran terendah yang dihasilkan sebesar  $0,0056 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan kecepatan putaran pompa (1228 rpm), dan debit aliran tertinggi sebesar  $0,0092 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan kecepatan putaran pompa (1760 rpm). Akan tetapi, jika dibandingkan antara debit aliran dititik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari  $0,0211 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan kecepatan putaran pompa yang 1760 rpm menjadi  $0,0092 \text{ m}^3/\text{s}$  pada kecepatan putaran pompa yang sama. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh dari perubahan luas

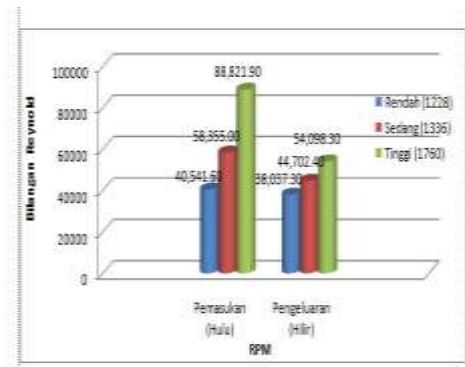
penampang aliran, kecepatan aliran, dan jari- jari hidrolik. Dimana semakin tinggi luas penampang, kecepatan aliran dan jari hidrolik maka debit aliran akan mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya perlakuan kecepatan pompa begitu juga dengan sebaliknya. Perubahan debit aliran berpengaruh terhadap debit spesifik aliran. Dimana semakin tinggi debit spesifik aliran maka debit aliran akan mengalami peningkatan.

### Bilangan Reynold

Bilangan reynold merupakan salah satu bilangan yang tidak berdimensi. Bilangan Reynold sangat penting dalam mekanika fluida yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang berbeda. Dalam pengertian yang lain bilangan reynold merupakan perbandingan gaya-gaya yang disebabkan oleh gaya inersia, gravitasi dan kekentalan (viskositas).

**Tabel 6. Hasil perhitungan bilangan reynold**

Kecepatan Pompa	Bilangan Reynold		
	Putaran pompa (rpm)	Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	40.541,6	38.037,3
Sedang	1336	58.355,0	44.702,4
Tinggi	1760	88.821,9	54.098,3



**Gambar 6. Grafik Bilangan Reynold**

Berdasarkan Gambar 6 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada titik pemasukan bilangan reynold terendah sebesar 40.541,6 dengan perlakuan kecepatan putaran pompa 1228 rpm, dan kecepatan tertinggi sebesar 88.821,9 dengan perlakuan kecepatan putaran pompa 1760 rpm sedangkan pada titik pengeluaran bilangan reynold terendah sebesar 38.037,3 dengan kecepatan putaran pompa 1228 rpm dan kecepatan tertinggi sebesar 54.098,3 dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm. Akan tetapi, jika dibandingkan antara nilai bilangan reynold di titik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 88.821,9 dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm menjadi 54.098,3 pada kecepatan putaran pompa yang sama. Dengan melihat kondisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa bilangan reynold pada titik pemasukan dan titik pengeluaran mengalami peningkatan yang disebabkan terjadinya perubahan dari kecepatan aliran, dan viskositas

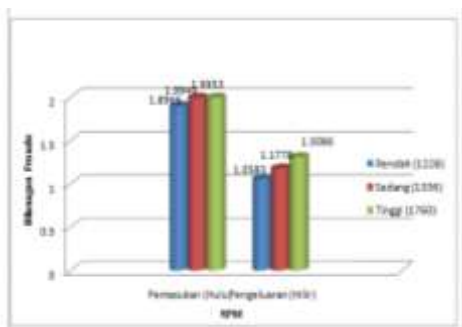
kinematis fluida akibat adanya perlakuan kecepatan pompa yang berbeda-beda. Dimana semakin tinggi kecepatan aliran dan nilai viskositas kinematis fluida maka bilangan reynoldnya mengalami peningkatan, begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil nilai bilangan reynold tersebut, maka aliran yang terjadi adalah bersifat *turbulen*. Aliran *turbulen* adalah jenis aliran yang memiliki nilai bilangan reynoldnya. Untuk kepatuan praktis, interval keperluan bilangan reynold untuk aliran saluran terbuka dapat digunakan 500 -2000.

### **Bilangan Froude**

Pada saat menentukan jenis aliran yang terdapat pada suatu saluran di perlukan bilangan froude. Selain itu, bilangan froude juga dapat digunakan sebagai parameter untuk melihat hubungan atau perbandingan kecepatan aliran dan cepat rambat gelombang dengan kedalaman hidraulis. Hal ini dilakukan agar kita dapat mengetahui bahwa aliran tersebut cukup memenuhi kebutuhan air yang akan dialirkan ke suatu tanaman agar bisa tumbuh optimal.

**Tabel 7. Hasil perhitungan bilangan Froude**

Kecepatan Pompa	Bilangan Froude		
	Putaran pompa (rpm)	Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	1,8966	1,0583
Sedang	1536	1,9949	1,1778
Tinggi	1760	1,9953	1,3086



**Gambar 7. Grafik bilangan froude**

Berdasarkan Gambar. 7 di atas, dapat dijelaskan bahwa jenis aliran hasil perhitungan bilangan froude menunjukkan semakin banyak jumlah air yang dialirkan maka semakin besar bilangan froude yang dihasilkan. Dimana bilangan froude yang dihasilkan pada titik pemasukan terendah yaitu sebesar 1,8966 dengan kecepatan putaran pompa 1228 rpm dan tertinggi sebesar 1,9953 dengan perlakuan kecepatan putaran pompa 1760 rpm, sedangkan pada titik saluran pengeluaran nilai bilangan froude terendah sebesar 1,0583 dengan kecepatan putaran pompa 1228 rpm dan tertinggi sebesar 1,3086 dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm. Akan tetapi, jika dibandingkan antara nilai bilangan froude di titik pemasukan dengan titik

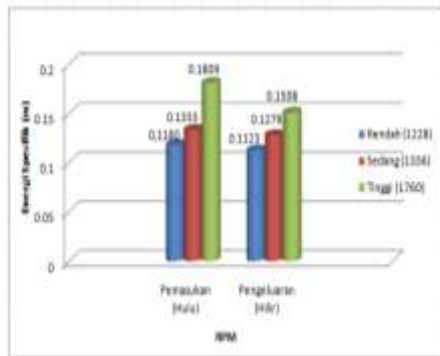
pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 1,9953 dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm menjadi 1,3086 dengan kecepatan putaran pompa yang sama. Hal ini dipengaruhi oleh adanya perubahan kedalaman air dan kecepatan rata - rata aliran yang disebabkan adanya pengaruh dari perlakuan kecepatan putaran pompa yang diberikan. Dimana semakin tinggi kedalaman air dan kecepatan rata-rata aliran maka bilangan froude yang dihasilkan akan mengalami peningkatan sejalan dengan meningkatnya kecepatan putaran pompa begitupun sebaliknya. Berdasarkan nilai bilangan froude yang diperoleh, maka jenis aliran yang terjadi, baik pada titik pemasukan bagian hulu maupun titik pengeluaran bagian hilir bersifat super kritis. Aliran super kritis adalah jenis aliran yang nilai bilangan reynoldnya  $>1$ .

### Energi Spesifik

Energi spesifik adalah energi tiap satuan berat air pada sembarang tampang diukur dari dasar saluran. Energi spesifik pada suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energi tiap satuan berat diukur dari dasar saluran.

**Tabel 8. Hasil perhitungan energi spesifik**

Kecepatan Pompa	Energi Spesifik (m)		
	Putaran pompa (rpm)	Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,1180	0,1123
Sedang	1336	0,1333	0,1279
Tinggi	1760	0,1809	0,1508



**Gambar 8. Grafik energi spesifik**

Berdasarkan Gambar 8 di atas, dapat dijelaskan bahwa energi spesifik yang dihasilkan pada titik pemasukan dan titik pengeluaran masing-masing cenderung mengalami peningkatan. Dimana pada titik pemasukan dengan perlakuan masing-masing kecepatan pompa 1228 rpm, 1336 rpm, dan 1760 rpm) energi spesifik yang dihasilkan semakin meningkat yaitu berturut-turut sebesar 0,1180 m, 0,1333 m, dan 0,1809 m, demikian juga pada titik pengeluaran energi spesifik yang dihasilkan semakin meningkat pula yaitu sebesar 0,1123 m, 0,1279 m dan 0,1508 m dengan masing – masing perlakuan kecepatan pompa yang sama. Akan tetapi, jika dibandingkan antara energi spesifik dititik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 0,1809 m

dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm menjadi 0,1508 m pada kecepatan putaran pompa yang sama.

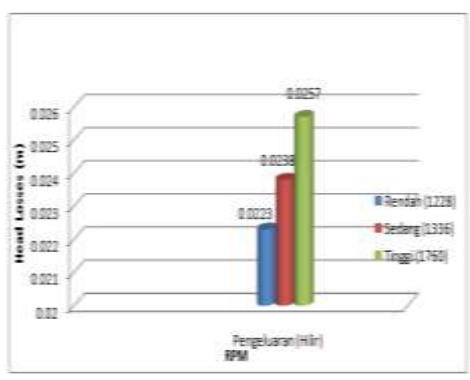
Berdasarkan hasil perhitungan energi spesifik yang dihasilkan, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi energi spesifik pada titik saluran pemasukan dengan titik saluran pengeluaran mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan kedalaman aliran pada saluran, dan kecepatan rata - rata aliran akibat dari perlakuan kecepatan pompa yang berbeda-beda, sehingga mengakibatkan kondisi energi spesifiknya mengalami perubahan begitupun sebaliknya.

### **Head Losses**

*Head losses* merupakan kerugian aliran yang terjadi di sepanjang saluran yang terjadi akibat gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding penampang saluran.

**Tabel 9. Hasil perhitungan *head losses***

Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Head Losses (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,0225	0,0223
Sedang	1336	0,0266	0,0238
Tinggi	1760	0,0308	0,0257



**Gambar 9. Grafik head losses**

Berdasarkan Gambar 9 di atas, dapat dijelaskan bahwa *head losses* yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada titik saluran pengeluaran *head losses* yang dihasilkan yaitu masing – masing sebesar 0,0223 m, 0,0238 m, 0,0257 m dengan masing-masing perlakuan kecepatan putaran pompa 1228 rpm, 1336 rpm, dan 1760 rpm. Hal ini dipengaruhi oleh adanya peningkatan jari – jari hidrolis dan kecepatan aliran yang disebabkan terjadinya peningkatan kecepatan putaran pompa sehingga mengakibatkan *head losses* mengalami peningkatan, begitupun sebaliknya.

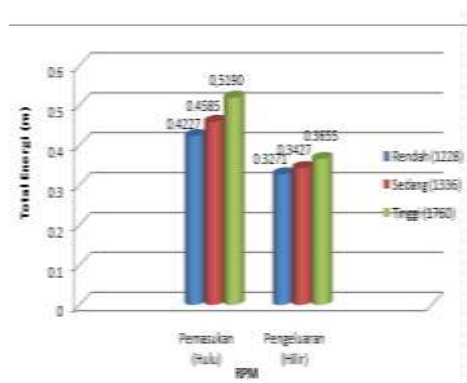
### Total Energi

Energi total adalah persamaan dari energi spesifik dan kemiringan dasar garis referensi horizontal. Jarak vertikal dari garis referensi ke dasar saluran biasanya diambil sebagai tinggi energi elevasi potensial pada tampang tersebut.

Pada penelitian kali ini didapatkan hasil total energi pada suatu aliran air. Terlihat pada Tabel 11 berikut.

**Tabel 10. Hasil perhitungan total energi**

Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Total Energi (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,4227	0,3271
Sedang	1336	0,4585	0,3427
Tinggi	1760	0,5190	0,3655



**Gambar 10. Grafik Total Energi**

Berdasarkan Gambar 10 di atas, dapat dijelaskan bahwa total energy yang dihasilkan pada titik pemasukan adalah masing - masing sebesar 0,4227 m, 0,4585 m, dan 0,5190 m dengan kecepatan pompa berturut - turut 1228 rpm, 1336 rpm, dan 1760 rpm, sedangkan pada titik saluran pengeluaran total energi yang dihasilkan sebesar 0,3271 m, 0,3427 m dan 0,3655 m dengan masing - masing kecepatan putaran pompa yang sama. Berdasarkan total energi yang dihasilkan tersebut, maka total energinya mengalami peningkatan pada masing masing titik disetiap perlakuan dengan



adanya peningkatan kecepatan putaran pompa. Akan tetapi, jika dibandingkan antara nilai total energi dititik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 0,5190 m dengan kecepatan putaran pompa 1760 rpm menjadi 0,3655 m dengan kecepatan putaran pompa yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan total energi dari kedua titik saluran tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa total energi yang dihasilkan mengalami perubahan. Perubahan total energi tersebut dipengaruhi oleh ketinggian air, dan kecepatan aliran yang disebabkan adanya perlakuan kecepatan pompa yang berbeda – beda, sehingga mengakibatkan total energi mengalami perubahan begitupun sebaliknya.

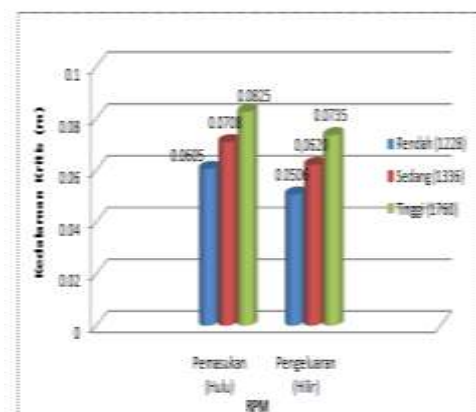
### Kedalaman dan Kecepatan Kritis

Kecepatan kritis dan kedalaman kritis adalah bentuk turunan dari aliran kritis dengan  $q$  adalah debit aliran yang berbentuk trapezium. kedalaman kritis merupakan fungsi dari debit aliran dan tidak merupakan fungsi dari perubahan kemiringan dasar, sedangkan kecepatan *kritis* adalah di mana perubahan perilaku aliran dari aliran *laminer* menjadi aliran *turbulen*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan kritis yaitu viskositas, kepadatan, ukuran pipa, dan kekasaran saluran. Dalam hal ini debit

alirannya berbentuk super kritis, maka dihitung besar kedalaman dan kecepatan kritisnya.

**Tabel 11. Hasil perhitungan kedalaman kritis.**

Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	kedalaman kritis (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,0605	0,0506
Sedang	1336	0,0708	0,0620
Tinggi	1760	0,0825	0,0735



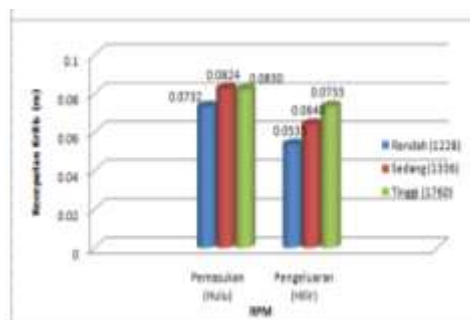
**Gambar 11 . Grafik kedalaman kritis**

Berdasarkan Gambar 11 di atas, dapat dijelaskan bahwa kedalaman kritis yang dihasilkan pada titik pemasukan dengan titik pengeluaran mengalami peningkatan disetiap perlakuan. Dimana pada setiap titik pemasukan kedalaman kritis yang dihasilkan sebesar 0,0605 m , 0,0708 m dan 0,0825 m dengan perlakuan kecepatan pompa masing-masing sebesar 1228 rpm,1336 rpm,1760 rpm, sedangkan pada titik pengeluaran kedalaman kritis yang dihasilkan sebesar 0,0506 m, 0,0620 m, dan 0,0735 m dengan perlakuan

kecepatan pompa yang masing – masing dengan peningkatan yang sama. Akan tetapi, jika dibandingkan antara nilai kedalaman kritis dititik pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami penurunan dari 0,0825 m dengan kecepatan pompa sebesar 1760 rpm menjadi 0,0735 m pada kecepatan putaran pompa yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan dari kedua titik saluran tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kedalaman kritisnya mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh adanya perubahan kecepatan aliran, debit aliran, dan debit spesifik, akibat ada perbedaan perlakuan, kecepatan pompa, sehingga mengakibatkan kedalaman kritis mengalami perubahan begitupun sebaliknya.

**Tabel 12. Hasil perhitungan kecepatan kritis**

Kecepatan Pompa	Putaran pompa (rpm)	Kecepatan Kritis (m)	
		Pemasukan	Pengeluaran
Rendah	1228	0,0732	0,0535
Sedang	1336	0,0824	0,0640
Tinggi	1760	0,0830	0,0733



**Gambar 12. Grafik kecepatan kritis**

Berdasarkan Gambar 12 di atas, dapat dijelaskan bahwa kecepatan kritis yang dihasilkan pada titik pemasukan dengan titik pengeluaran mengalami peningkatan di setiap perlakuan. Dimana pada setiap titik saluran pemasukan kecepatan kritis yang dihasilkan sebesar 0,0732 m/s, 0,0824 m/s, dan 0,0830 m/s dengan kecepatan pompa sebesar 1228 rpm, 1336 rpm, 1760 rpm, sedangkan pada titik pengeluaran kecepatan kritisnya sebesar 0,0535 m/s, 0,0640 m/s, dan 0,073 m/s dengan masing-masing perlakuan kecepatan putaran pompa yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan kritisnya mengalami peningkatan. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan aliran, debit aliran, debit spesifik, kedalaman kritis, akibat adanya perlakuan kecepatan putaran pompa yang berbeda - beda sehingga mengakibatkan kecepatan kritis mengalami peningkatan begitupun sebaliknya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perilaku aliran yang terjadi bersifat *turbulen*, karna bilangan reynold yang dihasilkan pada titik saluran pemasukan dengan titik pengeluaran cenderung mengalami peningkatan dan berada pada

nilai di atas 2000. Kehilangan energi (*head losses*) cenderung mengalami peningkatan disetiap perlakuan, yang dipengaruhi oleh ketinggian saluran, panjang saluran, kecepatan aliran, jari-jari hidrolis, koefisien kekasaran saluran, gaya gravitasi bumi, dan perlakuan kecepatan putaran pompa yang berbeda – beda.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Arief, S.S. 1999. *Ketidak Sesuaian Rancang bangun Jaringan Irigasi di Tingkat Tersier dan Akibatnya Terhadap Pelaksanaan Program Keanekaragaman Tanaman (Crop Diversification): Studi Kasus di Daerah Irigasi (DI) Cikuesik, Cirebon.*

Darmawan, Ir., S.U., 2009, *Perancangan Bendung Irigasi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Purwanto, Adreng P. *et.al.* 1996. *Perubahan Manajemen Sumberdaya Air dan Investasi Menunjang Pembangunan Pertanian Berkelanjutan.* Kerjasama *The Ford Foundation* dengan Pusat Penelitian Sosial Ekonomi. Bogor.

Sumaryanto dan T. Sudaryanto, 2003. *Perubahan Paradigma Pendayagunaan sumberdaya Air dan Implikasinya Terhadap Strategi Pengembangan Produksi Pangan.* FAE. Volume 19, No 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian.