

## HUBUNGAN DEBIT INLET TERHADAP DEBIT SEDIMEN PADA UJI MODEL FISIK SEDRAINPOND

<sup>1</sup>Muhammad Ammar, <sup>2</sup>Irwan Kridasantausa

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil

<sup>1,2</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Nusa Putra

<sup>1,2</sup>Jl.Raya Cibolang Kaler No.21 Kab, Sukabumi

e-mail: <sup>1</sup>muhammad.ammar@nusaputra.ac.id, <sup>2</sup>irwan.kridasantausa@nusaputra.ac.id

Korespondensi: <sup>1</sup>muhammad.ammar@nusaputra.ac.id

### ABSTRAK

Sedrainpond merupakan prototipe yang digunakan untuk mereduksi material padat pada media pembawa. Sedrainpond terdiri dari Pond (sumur), saluran inlet dan saluran outlet. Penelitian ini akan mengetahui bagaimana pengaruh efisiensi inlet debit air reduksi sedimen pada model uji fisik sedrainpond. Di mana 91,3% variasi efisiensi hidrosiklon dipengaruhi oleh head dan underflow area dan sisanya disebabkan oleh hal-hal lain yang tidak dapat dijelaskan oleh variabel - variabel yang ada. Model analisis terbaik untuk memprediksi variabel terikat (efisiensi reduksi sedimen tambak) dengan pengaruh variabel bebas (aliran masuk) adalah model regresi linier sederhana dengan persamaan prediksi  $Y = 0.686-0915$  Debit Inlet. Prediksi efisiensi pemisahan sedimen tambak berkisar 0.02% - 57% tergantung besar kecilnya aliran masuk.

**Kata Kunci:** *SeDrainPond, sedimen, aliran masuk, efisiensi, regresi linier.*

### ABSTRAK

Sedrainpond is a prototype that is used to reduce the solid material in the carrier medium. Sedrainpond consists of a Pond (wells), the channel inlet and outlet channels. This research will know how to influence the efficiency of the inlet discharge water sediment reduction in the physical test models sedrainpondsedrainpond. That mean 91.3% of efficiency hydrocyclone variations influenced by head and underflow area and the remaining due to other things that can't be explained by existing variables. The best analysis model to predict the dependent variable(sedimentreductionsedrainpond)withthe effect toindependentvariables(inletflow)isa simple linear regression model with the prediction equation  $Y = 0686-0915$  Debit Inlet. Prediction of sediment separation efficiency ranged sedrainpond 0. 02% - 57% depending on the size of the inletflow.

**Kata Kunci:** *SeDrainPond, sediment, inlet flow, efficiency, linear regression.*

### I. PENDAHULUAN

Keberadaan air tersebar di seluruh bagian dunia sehingga ketersediaan air di berbagai tempat di seluruh bagian dunia akan bervariasi seiring berjalannya waktu. Salah satu usaha untuk mengatasi kesenjangan persediaan air tersebut diupayakan dengan membangun bangunan air seperti bendungan (waduk) dan bendung, sehingga

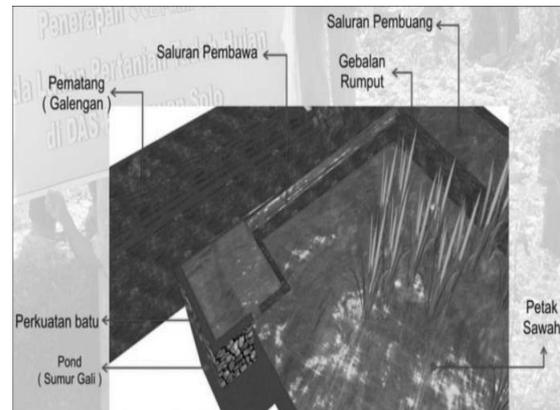
dengan adanya bangunan air semacam ini pendistri-busian air irigasi dapat diatur. Apabila air mengalir pada alur sungai atau saluran, maka air tersebut akan menyebabkan pengikisan (scouring) pada permukaan tanahnya [1]. Partikel-partikel tanah berupa lumpur, kerikil atau yang agak besar dapat terlepas dari dasar laut (bed) atau tebing (tank). Partikel yang terlepas tersebut akan

terbawa oleh aliran air.

Sedimentasi adalah suatu proses pengapungan, penggelindingan, penyeretan atau pemercikan jarah –jarah tanah hasil pemecahan dan telah terlepas dari satuan tubuh tanahnya, menempuh rentang jarak tertentu sampai tertahan ditempat pengendapan. Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Sedangkan hasil sedimen (sedimentyield) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu [2]. Proses pengangkutan sedimen dan pengendapannya tidak hanya tergantung dari sifat-sifat aliran tetapi juga tergantung pada sifat – sifat sedimen itu sendiri. Pada alur sungai yang curam, daerah mana merupakan obyek dari pekerjaan bangunan pengendali sedimen ada dua fenomena dari gerak sedimen. Sedimentasi terjadi apabila banyaknya sedimen yang terangkut lebih besar dari pada kapasitas sedimen yang ada. Sungai selalu berubah – ubah baik bentuk, aliran, pengangkutan sedimen dan kekasaran dasar sungai, hal ini disebabkan karena factor sifat – sifat aliran air, sifat-sifat sedimen, dan pengaruh timba lbalik (inter-action). Faktor –faktor tersebut selalu berubah secara terus menerus sejalan dengan kondisi curah hujan yang terjadi. Proses pengangkutan sedimen dan pengendapannya tidak hanya tergantung dari sifat –sifat aliran tetapi juga tergantung pada sifat –sifat sedimen itu sendiri. Model*Sedrainpond* [3] merupakan satu kesatuan system yang terdiri dari saluran pembuang yang berfungsi sebagai Inlet, dan Pond yang berfungsi menampung air yang akan menambah resapan air dan menampung sedimen tersuspensi, sehingga akan mengurangi aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah dan juga sedimen yang tertangkap dapat dipanen dan menjadi sumber pupuk *alternative*.

Model Numerik *Sedrainpond* mampu menampung sedimen (30-70)%, sedimen ini ditangkap dalam suatu sumuran yang dapat dipanen oleh petani dan disebar lagi ke area pertanian atau ladang. Model *Sedrainpond* yang sudah ada di lapangan dan dikembangkan di daerah

Wonogiri, dimana merupakan wilayah DAS Kamplong, memberikan kehandalan yang cukup baik. Dalam satu periode musim hujan, *pond - pond* dapat menampung kisaran 25% - 75% dari volume *Sedrainpond*. *Debit Inlet* pada Model *Sedrainpond* akan mempengaruhi laju sedimentasi pada model ini. Hubungan *debit Inlet* dengan debit sedimen pada model *Sedrainpond* akan dijabarkan.



Gambar 1. Ilustrasi model SeDrainPond di lapangan [3]

Permukaan, meningkatkan infiltrasi air kedalam tanah dan juga sedimen yang tertangkap dapat dipanen dan menjadi sumber pupuk *alternative*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Penetapan permeabilitas dilakukan dalam keadaan jenuh dengan menggunakan metode tinggi air konstan (constan head methode), Klute dan Dirksen, 1986 dalam Kurnia, 2006 dan didasarkan pada hukum darcy. Campuran bahan di timbang dan dimasukkan ke dalam ring sample sesuai dengan bobot isi yang telah didapatkan, lalu pasang pada set per meter. Semakin tinggi nilai k maka makin tinggi nilai kecepatan tanah meloloskan air. Harga permeabilitas tanah (k) untuk tiap-tiap tanah adalah berbeda-beda tergantung pada besar pori-pori antar Butiran tanah. Besarnya harga permeabilitas diberikan dalam tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Harga Koefisien Permeabilitas Tanah (K)

Jenis Tanah	k (m/det)	Keterangan
Kerikil	>10-1	High permeability
Kerikil halus/pasir	10-1-10-3	Medium permeability
Pasir sangat halus	10-3-10-5	Very low permeability
Pasir lanau		
Lanau tidak padat	10-5-10-7	Low permeability

Lanau padat		
Lanau lempung		
Lanau tidak murni		
Lempung	<10-7	Impervious

Tanah pada *pond* dimodelkan dengan campuran agregat dan semen dengan menyamakan koefisien permeabilitas, perbandingan campuran beton pada jenis permeabilitas berbeda diperlihatkan pada tabel 2 dibawah ini.

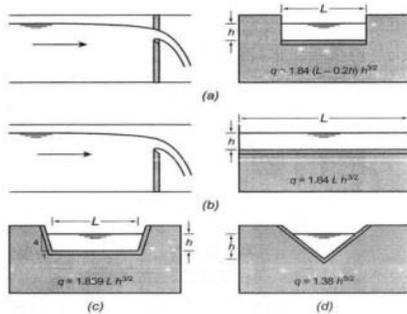
Tabel 2. Perbandingan campuran beton pada jenis permeabilitas berbeda

No	Jenis tanah	Nilai k	perbandingan	
			Semen	pasir
1	Tanah berpasir	1.E-03	1	15
2	Tanah lanau	1.E-07	1	11
3	Tanah lanau berpasir	1.E-05	1	7
4	Tanah lempung	1.E-04		

### 2.1 Prinsip Dasar Hidrolika

Bendung mempunyai rumus hubungan antara permukaan air dan debit. Bentuknya seperti pada Gambar 2: segi empat dengan :

1. Lebar mengecil (contracted rectangular), (b) lebar penuh (suppressed rectangular), (c) trapesium (Cipolleti) dan (d) segitiga (v-notch) [4].



Gambar 2. Bendung dengan ambang tajam (Sharp-crested weirs)

Untuk mengetahui volume air yang melewati suatu penampang saluran maka perlu dilakukan pengukuran terhadap volume air yang mengalir. Debit merupakan volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang saluran persatuan waktu.

Bilangan Forude (Fr) didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata v dibagi akardari gravitasi dan kedalaman air y dan ditulis:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gy}}$$

Aliran pada saluran terbuka berdasarkan bilangan Froude dapat digolongkan menjadi tiga bagian yaitu aliran subkritis, kritis dan super kritis, dengan ketentuan masing-masing adalah

Aliran sub kritis : bila  $Fr < 1$

Aliran kritis : bila  $Fr = 1$

Aliran super: bila kritis  $Fr > 1$

Klasifikasi aliran berdasarkan bilangan Reynolds dapat dibedakan menjadi 3 kategori:

$Re < 500$  aliran laminar

$500 < Re < 1.600$  aliran transmisi  $Re > 1.600$  aliran turbulen

Pada prinsipnya, ilmu statistik bisa diartikan sebagai sebuah kegiatan untuk Mengumpulkan data. Meringkas / menyajikan data. Menganalisis data dengan metode tertentu. Menginterpretasikan hasil analisis tersebut.

### 2.2 Pengujian Data

Uji data pada prinsipnya bertujuan untuk memastikan bahwa metode statistik, seperti regresi dan time series bias digunakan pada data tertentu. Dengan demikian, hasil proses analisisnya pada data yang telah lolos uji tersebut bisa diinterpretasikan dengan tepat. Uji pada data yang akan diproses pada umumnya meliputi pengujian adanya data outlier, uji normalitas data, dan linieritas data.

### 2.3 Analisis Regresi dan Korelasi

Analisis regresi dan korelasi dikembangkan untuk mengkaji dan mengukur keterkaitan/hubungan secara statistik antara dua vaiabel/ lebih. Hubungan yang didapat biasanya dinyatakan dalam bentukpersamaan matematik.

Analisis regresi merupakankajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan (the explained variable) dengan satu atau dua varabel yang menerangkan (the explanatory). Variabel pertama disebut juga sebagai variabel tergantung (dependen) dan

variabel kedua disebut sebagai variable bebas (independen). Jika variable bebas lebih dari satu, maka analisis regresi disebut regresi linier berganda. Disebut berganda karena pengaruh beberapa variabel bebas akan dikenakan langsung kepada variabel

$$b_1, b_2, \dots, b_n = \text{Koefisien untuk variabel } X_1, X_2, \dots, X_n$$

dan seterusnya  $X_1, X_2, \dots, X_n =$  Variabel bebas (independent / predictor variable) pertama, kedua, dan seterusnya.

$$e = \text{Error}$$

Hasil analisis korelasi dinyatakan secara kuantitatif sebagai koefisien korelasi. Berdasarkan nilai koefisien korelasi hubungan antara 2 variabel dapat dinyatakan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai koefisien korelasi dan kekuatan

Nilai koefisien korelasi	Keterangan
	Hubungan positif sempurna
0,6 - 1	hubungan langsung positif baik
- 0,6	hubungan langsung positif lemah
	tidak terdapat hubungan linier
	hubungan langsung negatif lemah
-1 - -0,6	hubungan langsung negatif baik
	hubungan negatif sempurna

hubungan antar variable

Langkah awal analisis regresi dan korelasi adalah menentukan data yang menjadi variabel bebas dan tak bebas, kemudian menentukan bentuk kurva dan persamaan yang cocok dengan sebaran data dan melakukan interpolasi nilai variabel tak bebas berdasarkan nilai variabel bebas yang telah diketahui.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data Penelitian

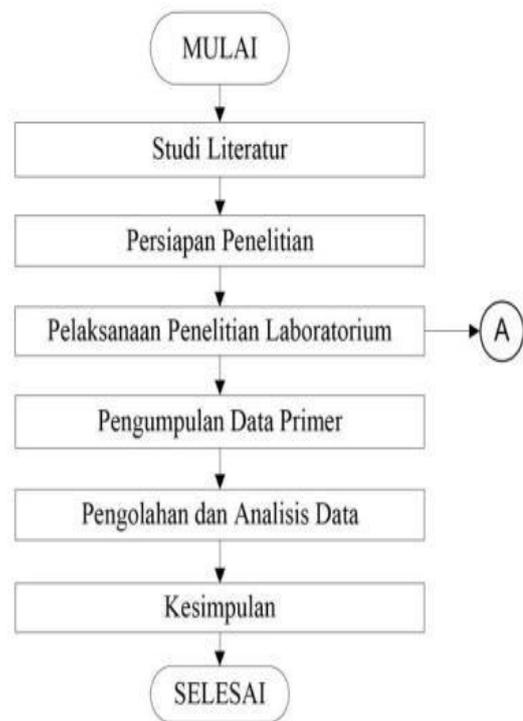
Sumber data dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari percobaan di laboratorium serta data hasil studi literatur yang didapat dari tesis, buku maupun jurnal ilmiah. Percobaan laboratorium yang dijadikan objek penelitian adalah input dan output dari *SeDrainPond*.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Terdapat 2 jenis variable dalam penelitian ini adalah variable bebas debit inlet, dan kecepatan, serta variabel tak bebas (Dependent Variabel) yaitu efisiensi penurunan sedimen.

#### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dalam membuat Penentuan Formula Model Pengaruh *Debit Inlet* Terhadap Penurunan Konsentrasi Sedimen Pada Uji Model Fisik *Sedrainpond* disajikan dalam diagram alir penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Bagan alir ini menguraikan secara garis besar dari tinjauan pustaka, kemudian rumusan masalah, tujuan penelitian, metode yang digunakan, kesimpulan berupa lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengambil sedimen dalam pond pada keempat jenis tanah yang berbeda.

#### 3.4 Rancangan Penelitian

Dalam rancangan penelitian menggunakan jenis statistik parametrik dimana jumlah sampel data yang akan diuji sebanyak 30 kali dengan variasi antara pengaturan bukaan pintu sorong (PS), konsentrasi sedimen (Csd), dan waktu pengaliran (TR). Setelah percobaan di running dengan kombinasi yang berbeda sebanyak 30 sampel maka percobaan dapat dihentikan. Diagram alir rancangan penelitian tangkapan sedimen

dengan uji model fisik di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4. Dalam melakukan percobaan ini dibagi menjadi tiga langkah percobaan, yakni:

Terdapat dua jenis variable dalam penelitian ini adalah Variabel Bebas (Independent Variabel) yaitu :

Percobaan 1(P1)

Variabel Bebas: Debit Inlet

Variabel Tetap: Konsentrasi Sedimen dan Waktu Pengaliran

Percobaan 2(P2)

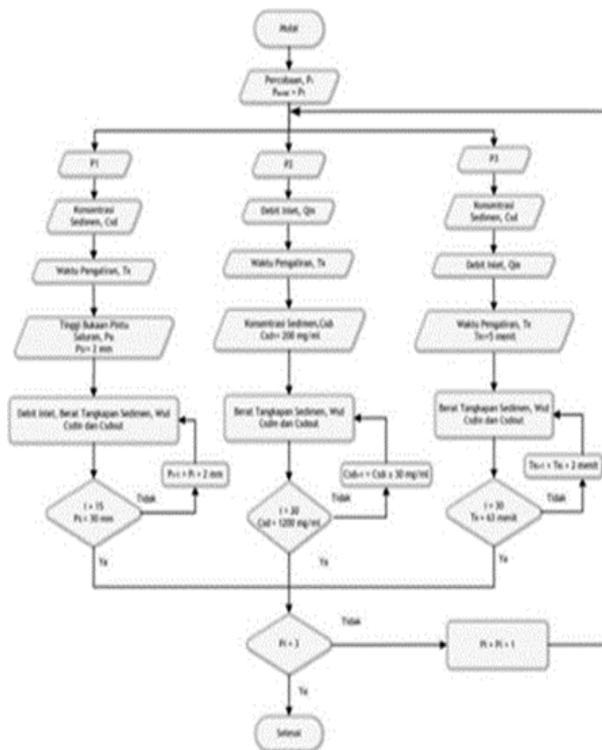
Variabel Bebas: Konsentrasi Sedimen

Variabel Tetap: Debit Inlet dan Waktu Pengaliran

Percobaan 3(P3)

Variabel Bebas: Waktu Pengaliran

Variabel Tetap: Debit Inlet dan Konsentrasi Sedimen



Gambar 4. Diagram alir rancangan penelitian tangkapan sedimen dengan uji model fisik di laboratorium

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Data Hasil Penelitian

Nilai variabel control alat SeDrain Pond dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan uji coba terlebih dahulu dan beberapa pertimbangan

sehingga dapat ditentukan bahwa volume pond yaitu 0,054 cm<sup>2</sup>.

Tabel 4. Jangkauan Pengumpulan Data Penelitian

No	Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
1	Panjang pond	pp	cm	30
2	Lebar pond	lp	cm	30
3	Tinggi pond	hp	cm	60
4	Debit inlet	Q <sub>in</sub>	L/dt	0,199 – 2,479
5	Konsentrasi inlet	C <sub>sdin</sub>	mg/mL	1.467 – 10.147
6	Konsentrasi outlet	C <sub>sdout</sub>	mg/mL	833 – 4.810
7	Konsentrasi reduksi	C <sub>sdred</sub>	mg/mL	3,33 – 7.177,00
8	Efisiensi	Ef	%	0,0018 – 0,5896

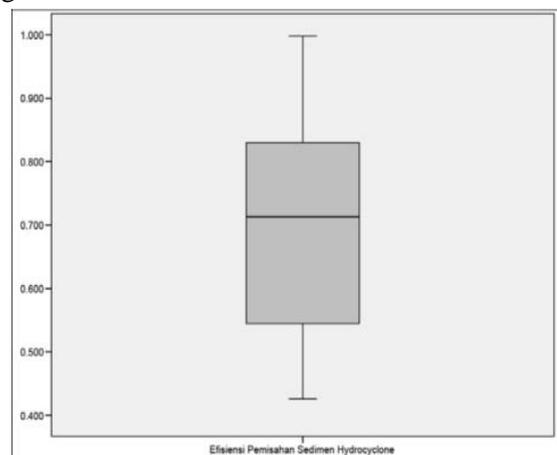
Dengan melakukan 72 percobaan konsentrasi sedimen yang dapat di reduksi dari 3,33 mg/mL hingga 7.177 mg/mL. Total debit inlet pada percobaan ini dari 0,199 L/dt hingga 2,479 L/dtk. Efisiensi reduksi antara konsentrasi inlet dan konsentrasi outlet adalah 0,18% - 58,96%.

##### 4.2 Pengujian Data

Pengujian data pada Tabel 2 dengan variabel tetap rasio efisiensi reduksi dan variabel bebas kemiringan saluran (slope) dan rasio head meliputi uji outlier, uji normalitas, dan uji linieritas dengan menggunakan program Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

###### 1. Ujian Outlier

Deteksi adanya outlier pada data dilakukan juga dengan menggunakan box plot. Pengujian dilakukan pada variabel konsentrasi reduksi sedimen (Ef) yang hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Pengujian outlier dengan box plot

Pada *box plot* untuk variabel *Csdred* terlihat ada data yang tersebar diluar *box plot* sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada data *outlier* maupun ekstrem.

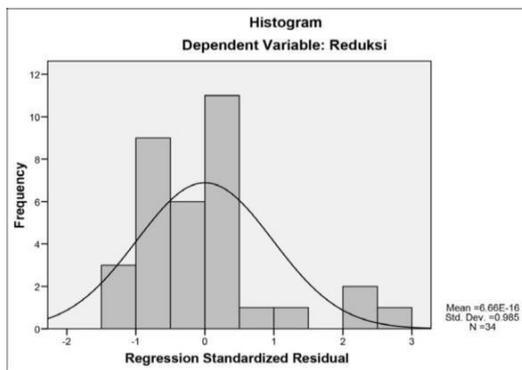
2. Uji Normalitas

Uji normalitas bisa dilakukan dengan grafik dan melihat besaran Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk.

Tabel 5. Uji Normalitas

Kolmogorov-Smirnov (a)				
		Statistic	df	Sig.
Efisiensi	Reduksi	.120	30	.200*
Sedimen Sedrainpond				

Pada tabel 5 diatas, nampak bahwa nilai sig. Ef < 0,06 berarti data berdistribusi normal.



Gambar 6. Diagram histogram variabel Ef

Dari gambar 6 diatas terlihat sebaran data mempunyai kurva yang dapat dianggap berbentuk lonceng. Karena itu error model regresi dapat dikatakan berdistribusi tidak normal.

4.3 Pengaruh Debit Terhadap Pengendapan Partikel Sedimen

Dari model regresi sederhana didapat persamaan  $Y = 0.686 - 0.915 X1$ . Persamaan ini menunjukkan hubungan antara *debit inlet* dan efisiensi reduksi debit sedimen. Dari persamaan bisa dilihat bahwa semakin kecil debit yang terjadi maka semakin besar reduksi sedimennya. Ini selaras dengan rumusan pada kolam pengendapan sedimen. Pengendapan semakin besar ketika kecepatan pengendapan lebih kecil daripada kedalaman kolam dibagi waktu pengendapan.

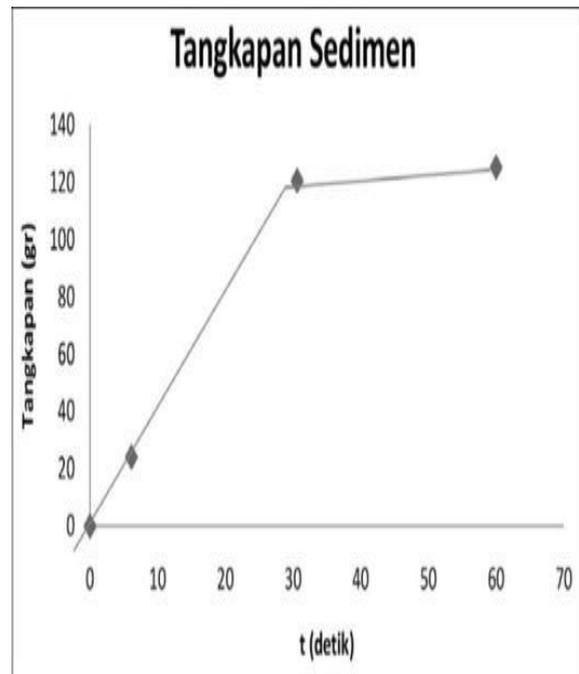
Jika dilihat dari rumusan diatas seharusnya ada batasan-batasan dari efisiensi reduksi sedimen

pada model uji fisik *sedrainpond*, batasan tersebut berpengaruh pada debit dan kecepatan dari aliran yang masuk pada saluran inlet. Diperlukan data debit secara bertahap dengan konsentrasi sedimen yang tetap sehingga akan didapat debit dan kecepatan maksimum yang efektif pada model *Sedrainpond*.

Dari data penelitian, reduksi sedimen yang terjadi berkisar antara  $0.104 \times 10^{-6}$  Ton/hari sampai dengan  $3.31 \times 10^{-6}$  Ton/hari. Dengan efisiensi berkisar antara 0.02% sampai dengan 57%.

4.4 Prediksi Tangkapan Sedimen pada Model Uji Fisik Sedrainpond

Prediksi tangkapan sedimen bisa diketahui dengan menghitung volume dari *Pond* dijumlah dengan perkalian antara reduksi konsentarsi sedimen dengan debit yang masuk pada pond tersebut. Waktu yang dibutuhkan aliran untuk mengisi penuh Pond adalah volume pond dibagi dengan debit aliran. Jika debit dan konsentarsi sedimen yang masuk dianggap konstan maka bisa di prediksi tangkapan sedimen dalam pond dengan fungsi waktu.  $Tangkapan\ Sedimen = \{(volume\ pond \times konsentarsi\ sedimen) + (reduksi\ konsentarsi\ sedimen \times debit\ aliran)\}$ .



Gambar 7. Grafik Tangkapan sedimen (fungsi t)

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Range efisiensi reduksi debit sedimen *sedrainpond* yang didapatkan dari pengaruh *debit inlet* sebesar  $0.104 \times 10^{-6}$  Ton/ hari sampai dengan  $3.31 \times 10^{-6}$  Ton/hari. Dengan efisiensi berkisar antara 0.02% sampai dengan 57%. Model analisis yang dapat digunakan dengan baik dalam menggambarkan pola hubungan *debit inlet* terhadap efisiensi pemisahan sedimen *sedrainpond* yaitu model regresi linier sederhana. Persamaan model regresi *linier* sederhana yang dihasilkan untuk memprediksi efisiensi pemisahan sedimen *sedrainpond* dengan pengaruh *debit inlet* yaitu  $Y = 0.686 - 0.915 \text{ DebitInlet}$ . Nilai  $R^2$  pada analisis korelasi model antara variabel independen (*debit inlet*) terhadap variabel dependen (efisiensi pemisahan sedimen *sedrainpond*) sebesar 0.913 yang berarti bahwa variasi yang terjadi terhadap efisiensi pemisahan sedimen *sedrainpond* sebesar 91.3% disebabkan oleh variasi *debit inlet* dan sisanya dipengaruhi oleh hal lain yang belum dapat dijelaskan oleh variabel yang ada. Pengendapan sedimen akan efektif pada debit dan kecepatan aliran dibawah kecepatan pengendapan sedimen. Hasil tangkapan sedimen berpengaruh besar terhadap volume *Pond*. Semakin besar volume *Pond* maka semakin besar tangkapan sedimen.

### 5.2 Saran

Melakukan studi lanjutan mengenai berbagai dimensi alat uji perangkap sedimen *sedrainpond*. Pengambilan data penelitian yang lebih banyak dan dilakukan beberapa kali agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Pengambilan data debit secara bertahap dengan konsentrasi sedimen tetap. Perlunya kombinasi dimensi *pond* agar didapat efisiensi dari betuk *pond* tersebut. Perlunya diperhatikan lebih jauh mengenai variabel bebas lainnya (misalnya dimensi butiran sedimen) yang mempengaruhi besarnya efisiensi reduksi sedimen *sedrainpond* agar diperoleh hasil yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sosrodarsono. "Hidrologi untuk Pengeiran.", PT. Pradnya Paramita, Jakarta, viii+225p, 1983.
- [2] Chay Asdak. 1995. "Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1995.
- [3] Sriyana. "Model Sedrainpond untuk konservasi tanah dan air berbasis Masyarakat", Media Komunikasi Teknik Sipil, Semarang, Indonesia, pp.1-4, 2010.
- [4] Fangmeier, D. D. 2006. Soil and Water Conservation Engineering 5th ed. Thomson Delmar learning, USA, xvii+491p, 2006.