

Gambar 15. Kehilangan energi pada media filter gabungan

Gambar 15 menunjukkan kehilangan energi (hl) pada media filter gabungan (pasir pantai, zeolit dan ijuk) sistem kombinasi *downflow upflow*.

Pada konsentrasi rendah (50 NTU) ketebalan 10 cm pada sistem *downflow* terjadi kehilangan energi (hl) sebesar 3,55cm , pada sistem kombinasi sebesar 2,25 cm, pada ketebalan 20 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 5,34 cm ,sistem kombinasi sebesar 3,08 cm, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 7.13 cm dan sistem kombinasi terjadi sebesar 3,15 cm .

Hubungan antara ketebalan terhadap kehilangan energi (hl) mempunyai kecendrungan persamaan garis lurus pada sistem *downflow* persamaan kehilangan energi $y = 1,7905x + 1.7556$ pada sistem kombinasi persamaan kehilangan energi $y = 0,4496x + 1.678$

Pada konsentrasi sedang (200 NTU) ketebalan 10 cm pada sistem *downflow* terjadi kehilangan energi (hl) sebesar 3.15 cm , pada sistem kombinasi sebesar 2,04 cm, pada ketebalan 20 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 4,42 cm ,sistem kombinasi sebesar 2,76 cm, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 6,04 cm dan sistem kombinasi terjadi sebesar 2,94 cm.

Hubungan antara ketebalan terhadap kehilangan energi (hl) mempunyai kecendrungan persamaan garis lurus pada sistem *downflow* persamaan kehilangan energy $y = 1,4451x + 1,6451$, pada sistem kombinasi persamaan kehilangan energi $y = 0,4498x + 1,926$

Pada konsentrasi tinggi (1000 NTU) ketebalan 10 cm pada sistem *downflow* terjadi kehilangan energi (hl) sebesar 1,74 cm , pada sistem kombinasi sebesar 1,14 cm, pada ketebalan 20 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 2,98 cm ,sistem kombinasi sebesar 1,98cm, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* terjadi kehilangan energi sebesar 3,68 cm dan sistem kombinasi terjadi sebesar 2,66 cm.

Hubungan antara ketebalan terhadap kehilangan energi (hl) mempunyai kecendrungan persamaan garis lurus pada sistem *downflow* persamaan kehilangan energi $y = 0,9696x + 0,8584$ pada sistem kombinasi persamaan kehilangan energi $y = 0,7604x + 0,403$.

Dalam penelitian ini terlihat semakin tebal media filter maka semakin tinggi kehilangan energinya.

Kehilangan energi pada sistem *downflow* lebih besar dari pada sistem *upflow*, ini dikarenakan pada sistem *downflow* yang arah alirannya dari atas ke bawah lebih besar terjadinya tekanan sehingga menyebabkan tegangan geser meningkat dan mengubah energi aliran dalam bentuk lain, sedangkan aliran *upflow* yang arah alirannya dari bawah ke atas tekanan yang terjadi tidak terlalu besar sehingga tegangan gesernya berkurang dan kehilangan energinya menjadi kecil.

F. Hubungan Tingkat Kekeruhan Dengan Debit Filtrasi

Kekeruhan merupakan salah satu parameter penting dalam proses filtrasi., dengan dilakukan pengolahan filtrasi kadar kekeruhan pada air baku dapat berkurang

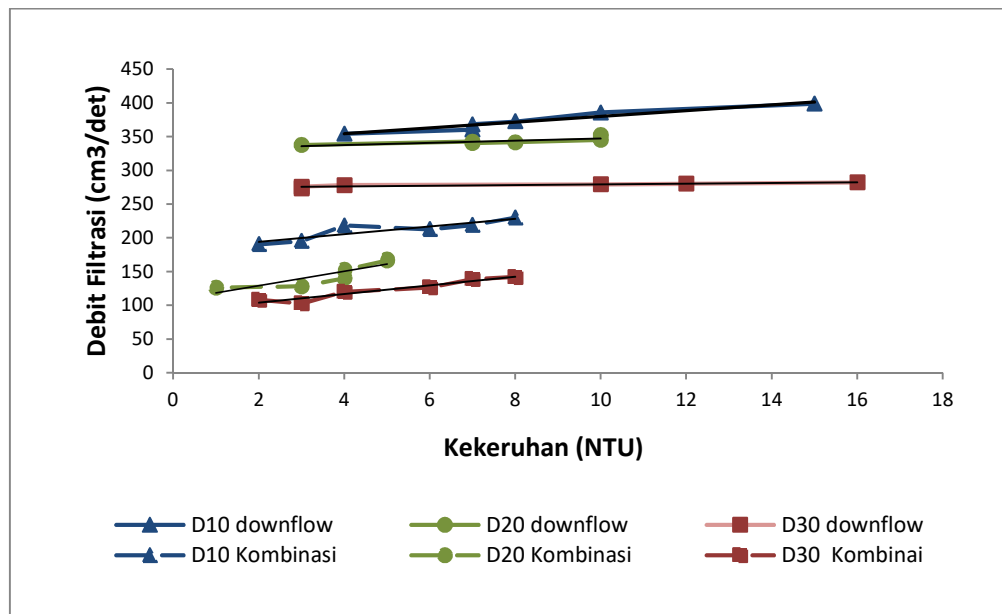
Pengujian kekeruhan dilakukan dengan media filtrasi pasir pantai dan media gabungan dengan variasi ketebalan (D_{10} , D_{20} dan D_{30}) dengan tiga konsentrasi kekeruhan yaitu konsentrasi rendah 50 NTU, konsentrasi sedang 200 NTU dan konsentrasi tinggi 1000 NTU, sistem filtrasi menggunakan sistem kombinasi *downflow - upflow* .

Analisis debit filtrasi dan kekeruhan dilakukan pada outlet berturut turut setiap 5 menit, 10 menit, sampai 30 menit.

1. Media filter Pasir Pantai

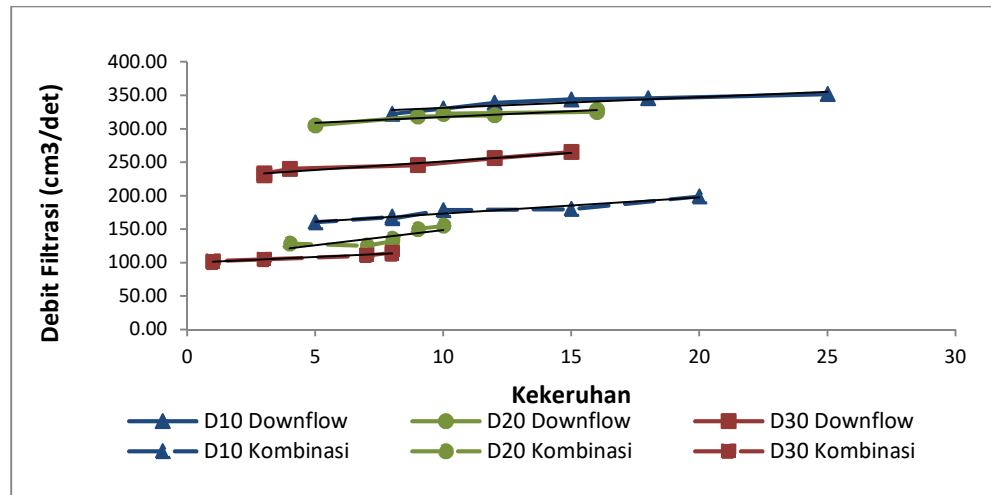
Pada media filter pasir pantai ketebalan bervariasi yaitu 10 cm, 20 cm dan 30 cm dan diuji pada tiga konsentrasi air baku, yaitu konsentrasi rendah 50 NTU, konsentrasi sedang 200 NTU dan konsentrasi tinggi 1000 NTU

Penurunan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan pada media filter pasir pantai sistem kombinasi filter *downflow* – *upflow* dengan konsentrasi rendah 50 NTU dapat dilihat pada Gambar 16.



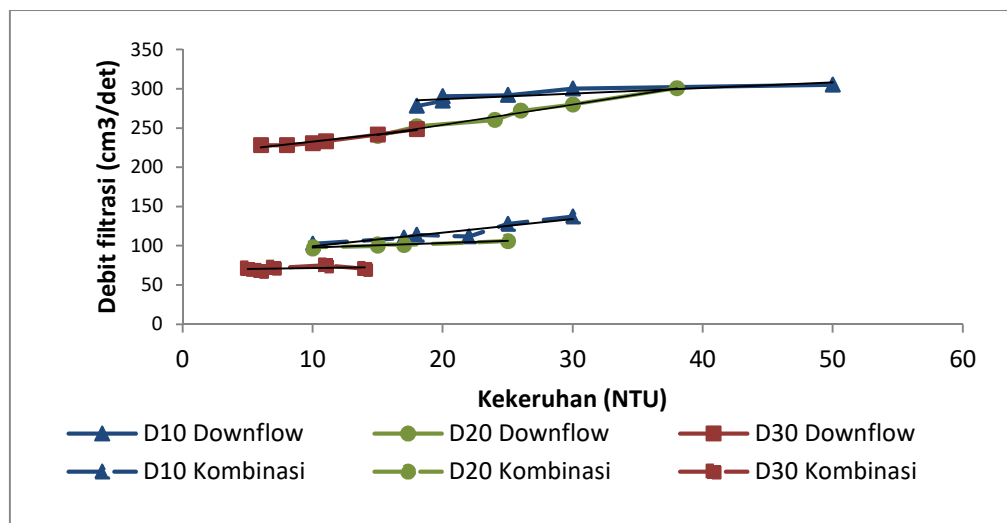
Gambar 16. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media Filter Pasir Pantai Konsentrasi Rendah 50 NTU

Penurunan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan pada media filter pasir pantai sistem kombinasi filter *downflow* – *upflow* dengan konsentrasi sedang 200 NTU dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media Filter Pasir Pantai Konsentrasi Sedang 200 NTU

Penurunan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan pada media filter pasir pantai sistem kombinasi filter *downflow* – *upflow* dengan konsentrasi tinggi 1000 NTU dapat dilihat pada Gambar 18.



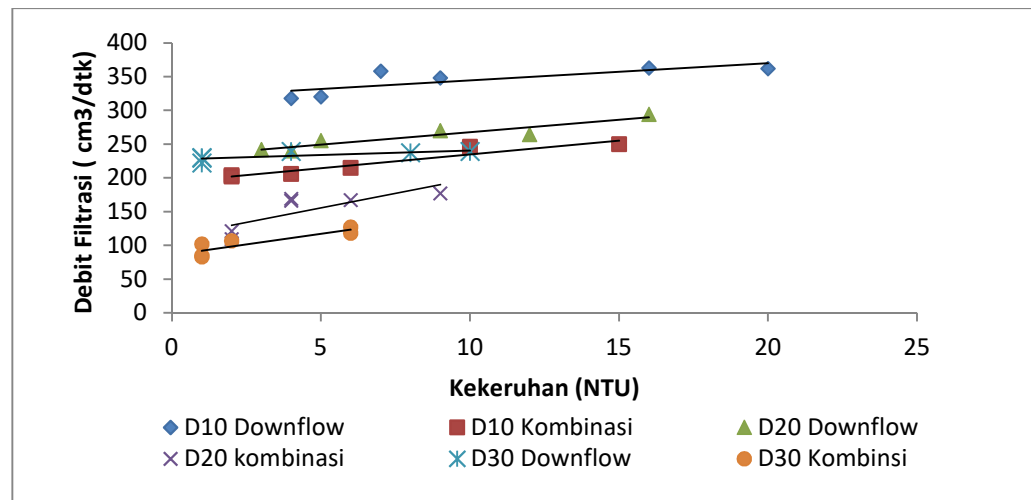
Gambar 18. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media filter Pasir Pantai Konsentrasi tinggi 1000 NTU

Dari Gambar 16, 17 dan 18 menunjukkan hubungan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan, disini terlihat penurunan debit filtrasi yang hampir merata disemua titik pada setiap variasi ketebalan. Hal ini mengindikasikan pada ketebalan media 10 cm (D_{10}) pada sisten *downflow* mekanisme filtrasi sudah berlangsung dan fungsi filter bekerja secara efisien. Pada ketebalan 20 cm (D_{20}) penurunan kekeruhan cukup signifikan dan debit filtrasinya tidak terlalu jauh dari ketebaln 10 cm , hal ini mengindikasikan bahwa pada ketebalan ini mulai terjadi *clogging* yang ditandai dengan berkurangnya debit dan kecepatan filtrasi, Pada ketebalan 30 cm hubungan debit filtrasi terhadap tingkat kekeruhan lebih jauh turunnya dan penurunan kekeruhan jauh signifikan, terlihat bahwa sudah terjadi *clogging* yang menutupi butir butir media pasir sehingga memperlambat pengaliran air pada media filter

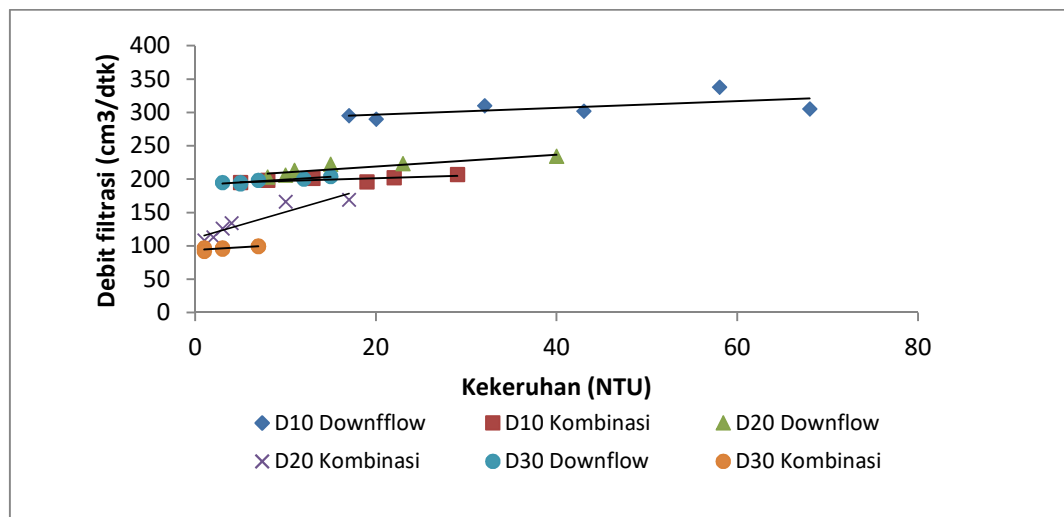
2. Media Filter Gabungan

Pada media filter Gabungan yaitu gabungan antara pasir pantai, zeolit dan ijuk dengan ketebalan pasir pantai yang bervariasi yaitu 10 cm, 20 cm dan 30 cm sedangkan ketebalan zeolit dan ijuk konstan yaitu dipakai ketebalan 20 cm untuk zeolit dan 3 cm untuk ijuk dan diuji pada tiga konsentrasi air baku, yaitu konsentrasi rendah 50 NTU, konsentrasi sedang 200 NTU dan konsentrasi tinggi 1000 NTU

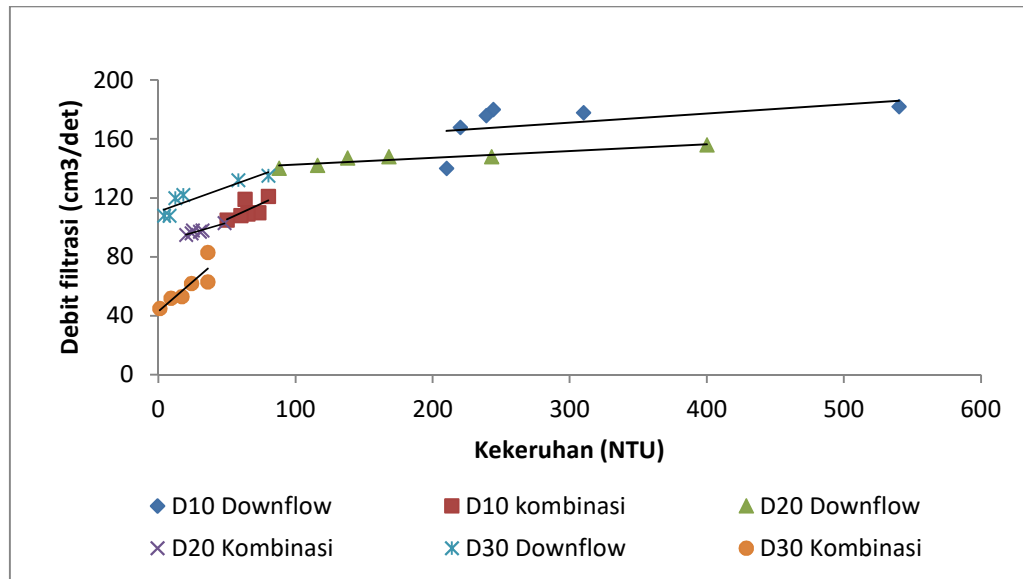
Penurunan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan pada media filter gabungan sistem kombinasi *downflow* – *upflow* dapat dilihat pada Gambar 19,20 dan 21



Gambar 19. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media filtrasi Gabungan Konsentrasi Rendah 50 NTU



Gambar 20. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media filtrasi Gabungan Konsentrasi Sedang 200 NTU



Gambar 21. Penurunan Debit Filtrasi dan Tingkat Kekeruhan pada Media filtrasi Gabungan Konsentrasi Tinggi 1000 NTU

Dari Gambar 19, 20 dan 21 menunjukkan hubungan debit filtrasi dan tingkat kekeruhan, disini terlihat penurunan debit filtrasi yang hampir merata disemua titik pada setiap variasi ketebalan. Hal ini mengindikasikan pada ketebalan media 10 cm (D_{10}) pada sisten *downflow* mekanisme filtrasi sudah berlangsung dan fungsi filter bekerja secara efisien. Pada ketebalan 20 cm (D_{20}) penurunan kekeruhan cukup signifikan dan debit filtrasinya tidak terlalu jauh dari ketebaln 10 cm , hal ini mengiindikasikan bahwa pada ketebalan ini mulai terjadi *clogging* yang ditandai dengan berkurangnya debit dan kecepatan filtrasi, Pada ketebalan 30 cm hubungan debit filtrasi terhadap tingkat kekeruhan lebih jauh turunnya dan penurunan kekeruhan

jauh signifikan, terlihat bahwa sudah terjadi *clogging* yang menutupi butir-butir media pasir sehingga memperlambat pengaliran air pada media filter.

Pada Penelitian ini terlihat hubungan antara media filter pasir pantai dan media filter gabungan mempunyai pola yang sama yaitu penurunan debit filtrasi dan penurunan kekeruhan yang signifikan pada ketebalan media, hal ini mengindikasikan bahwa semakin tebal media filtrasi maka semakin kecil debit filtrasi yang keluar dan kekeruhan semakin menurun.

G. Efektifitas Penyisihan Kekeruhan dan Total Suspended Solid

Pengukuran Kekeruhan dan TSS pada penelitian ini dengan menggunakan *Turbiditymeter*, kekeruhan pada air dapat menurunkan kualitas air dari segi estetika. Oleh sebab itu, menurut Peraturan Menteri kesehatan No 32/Menkes/Per/2017 kekeruhan yang diperbolehkan untuk air baku maksimal sebesar 25 NTU dan TSS 50 mg/l

1. Media filter pasir pantai

Effektifitas penyisihan kekeruhan pada media filter pasir pantai ketebalan 10 cm konsentrasi rendah (50 NTU) pada sistem *downflow* sebesar 67,3% pada sistem kombinasi sebesar 78%, ketebalan 20 cm efektifitas pada *downflow* sebesar 77%, pada sistem kombinasi 85%, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* efektifitas sebesar 86,3 % dan sistem kombinasi sebesar 91%

Untuk konsentrasi sedang 200 NTU dan konsentrasi tinggi 1000 NTU efektifitas dapat dilihat pada Tabel 6 dan lampiran 13

Tabel 6. Efektifitas penurunan kekeruhan pada media filter pasir pantai

No	Konsentrasi	Tebal media (cm)	Kekeruhan			
			Downflow	Effektif	Kombinasi	Effektif
	NTU	D	NTU	%	NTU	%
1	Rendah (50)	10	16,3	67,3	11	78
		20	11,5	77	7,3	85
		30	6,8	86,3	4,3	91
2	Sedang (200)	10	36	82	21,8	81
		20	26,8	86,6	16,5	88
		30	14,2	93	7,2	96
3	Tinggi (1000)	10	50,2	95	39,3	94
		20	40,5	96	15	96
		30	26,7	97,3	8	98

Sedangkan untuk pengukuran *Total Suspended Solid (TSS)* adalah bahan organik yang melayang dan larut dalam air serta berhubungan dengan tingkat kekeruhan air. Efektifitas penyisihan *TSS* pada ketebalan 10 cm konsentrasi rendah (50 NTU) pada sistem *downflow* sebesar 74% pada sistem kombinasi sebesar 86%, ketebalan 20 cm efektifitas pada sistem *downflow* sebesar 82% pada sistem kombinasi 89%, pada ketebalan 30 cm efektifitas sistem *downflow* sebesar 91 % dan pada sistem kombinasi sebesar 95%.

Untuk konsentrasi sedang 200 NTU dan konsentrasi tinggi 1000 NTU efektifitas dapat dilihat pada Tabel 7 dan lampiran 14

Tabel 7. Efektifitas penurunan *TSS* pada media filter pasir pantai

No	Konsentrasi	Tebal media (cm)	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>			
			<i>Downflow</i>	Effektif	Kombinasi	Effektif
	NTU	D	Mg/l	%	Mg/l	%
1	Rendah (50)	10	13,2	74	7	86
		20	8,8	82	5	89
		30	4,3	91	2,3	95
2	Sedang (200)	10	40,5	80	12	83
		20	24,7	88	10	91
		30	9,2	95	5,2	97
3	Tinggi (1000)	10	62,2	94	46,5	95
		20	49,5	96	31,3	97
		30	26,4	97	17,2	98

2. Media filter gabungan

Pada media filter gabungan efektifitas penyisihan kekeruhan pada media filter pada ketebalan 10 cm konsentrasi rendah (50 NTU) pada sistem *downflow* sebesar 79,7% pada sistem kombinasi sebesar 87%, ketebalan 20 cm efektifitas pada *downflow* sebesar 83,7%, pada sistem kombinasi 91%, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* efektifitas sebesar 91,7 % dan sistem kombinasi sebesar 95,3%

Untuk konsentrasi sedang (200 NTU) dan konsentrasi tinggi (1000 NTU) efektifitas dapat dilihat pada Tabel 8 dan lampiran 15

Tabel 8. Effektivitas penurunan kekeruhan pada media filter gabungan

No	Konsentrasi	Tebal media (cm)	Kekeruhan			
			Downflow	Effektif	Kombinasi	Effektif
	NTU	D	NTU	%	NTU	%
1	Rendah (50)	10	10,2	79,7	6,5	87
		20	8,2	83,7	4,5	91
		30	4,2	91,7	2,3	95,3
2	Sedang (200)	10	21,8	89,1	12,8	93,6
		20	14,5	92,8	6,5	96,8
		30	5,5	97,3	2,7	98,7
3	Tinggi (1000)	10	24,2	97,6	18	98,2
		20	17,8	98,2	6,2	99,4
		30	9,7	99	4,5	99,6

Effisiensi penyisihan TSS pada ketebalan 10 cm konsentrasi rendah (50 NTU) pada sistem *downflow* sebesar 85,7% pada sistem kombinasi sebesar 92%, ketebalan 20 cm sistem *downflow* sebesar 88,7%, pada sistem kombinasi 93%, pada ketebalan 30 cm sistem *downflow* efektif sebesar 96% dan sistem kombinasi sebesar 98,3%.

Tabel 9. Effektivitas penurunana TSS pada media filter gabungan

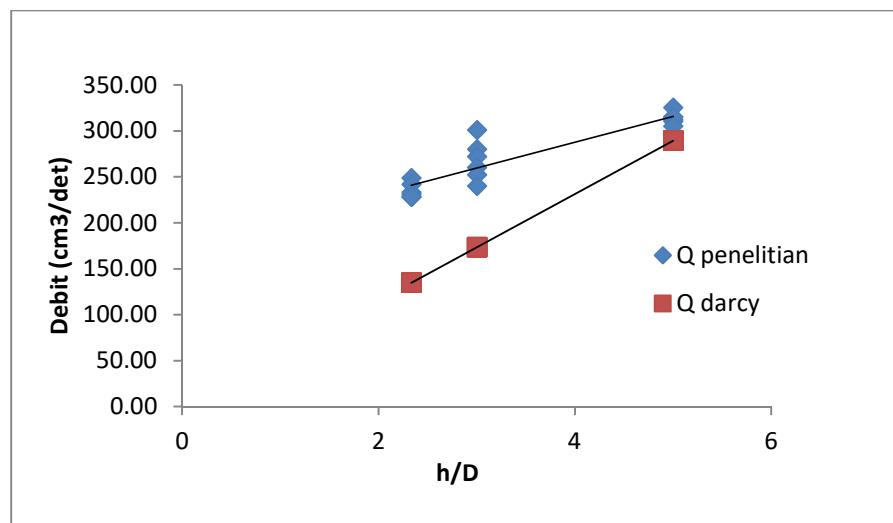
No	Konsentrasi	Tebal media (cm)	Total Suspended Solid			
			Downflow	Effektif	Kombinasi	Effektif
	NTU	D	Mg/l	%	Mg/l	%
1	Rendah (50)	10	7,2	85,7	4	92
		20	5,7	88,7	3,5	93
		30	2	96	1	98,3
2	Sedang (200)	10	17,2	91,4	10,3	94,8
		20	12,7	93,7	4	98
		30	5,3	97,3	2,2	99
3	Tinggi (1000)	10	21,3	98	13,3	98,7
		20	14,5	98,6	6	99,4
		30	7,0	99	3	99,7

H. Validasi Hasil Penelitian

Keakuratan hasil penelitian dilakukan validasi data dengan menggunakan hasil perhitungan teoritis (Q Darcy) sebagai pembanding. Perhitungan debit filtrasi secara teoritis menggunakan persamaan 25 yaitu $Q = K.A.J$. Data yang digunakan adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian alat filtrasi kombinasi *downflow – upflow*

1. Media filter pasir pantai

Validasi media filter pasir pantai menggunakan rumus Q Darcy hasilnya dapat dilihat pada Gambar 22



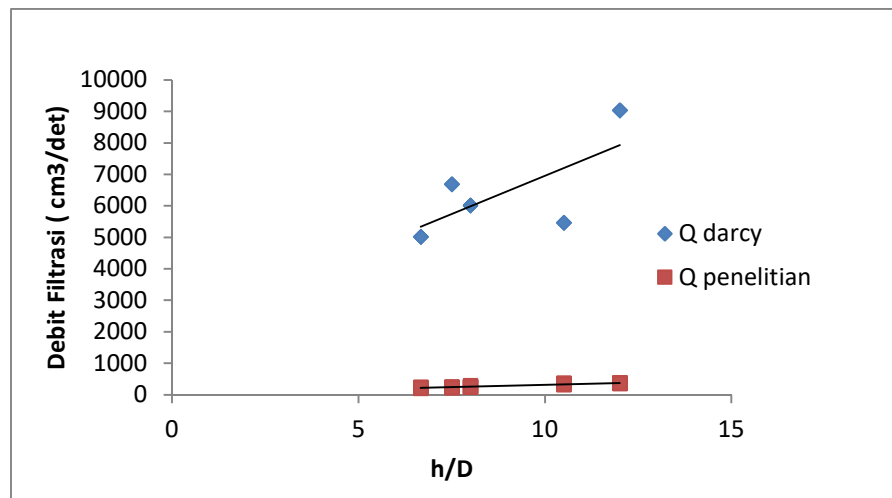
Gambar 22. Perbandingan Q penelitian dan Q Darcy terhadap h/D

Pada Gambar 22 hubungan antara debit hasil penelitian dengan debit menggunakan rumus Q Darcy memperlihatkan pola yang sama yaitu pola linier. Pada penelitian debit yang dihasilkan berbanding lurus

dengan *gradient hidrolik* demikian juga terhadap debit teoritis (*Q Darcy*). Semakin besar *gradient hidrolik* maka semakin besar debit yang dihasilkan.

2. Media filter gabungan

Validasi media filter gabungan menggunakan rumus *Q Darcy* hasilnya dapat dilihat pada gambar 23



Gambar 23. Perbandingan *Q penelitian* dan *Q Darcy* terhadap *h/D*

Pada Media filter gabungan hubungan antara debit hasil penelitian dengan debit mempergunakan rumus *Q Darcy* memperlihatkan debit teoritis lebih besar dibandingkan debit penelitian. Hal ini disebabkan karena rumus *Q Darcy* berbanding lurus antara debit dan nilai *K*. sehingga variasi nilai permeabilitas (*K*) pada tiap ketebalan media yang digunakan mengakibatkan besarnya nilai debit yang dihasilkan.

I. Model Empiris

Model empiris adalah model yang digunakan untuk menggambarkan hasil penelitian. Untuk mendapatkan model empiris filter sistem kombinasi *downflow* – *upflow* digunakan analisa bilangan tak berdimensi. Nilai yang diperoleh dari hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menggambarkan hasil penelitian, dengan demikian hasil dari penelitian tersebut dapat di generalisir serta dapat pula digunakan untuk menyatakan hubungan antar parameter.

Dalam penelitian ini metode analisis bilangan tak berdimensi yang di gunakan adalah metode *Buckingham* (Triatmodjo, 2016). Selanjutnya dibahas pengaruh debit dan tingkat kekeruhan terhadap parameter tak berdimensi tersebut.

1. Hubungan debit filtrasi dengan *gradient hidrolis* (h/D), diameter butir dan porositas pada sistem kombinasi *downflow upflow*

Parameter yang digunakan dalam analisa dimensi kecepatan filtrasi terdiri dari debit (Q_{out}) dan ketebalan media filter (D)

Parameter yang di gunakan dalam analisa dimensi dikelompokkan menjadi menjadi 3 bagian, yaitu :

- a. Variabel bebas ; Debit Masuk (Q_{inlet}) , diameter butir media filter (d).
Variasi ketebalan (D). Kekentalan kinematic (ν) , *Head* (h) , waktu (t)

- b. Variabel terikat; kecepatan (V), Debit keluar (Q_{outlet}), tinggi air diatas media filter (H)
- c. Variabel berulang ; grafitasi (g), porositas pasir (ϵ) (tak berdimensi)

Dari parameter yang digunakan hanya ada 2 dimensi dasar yang digunakan yaitu L dan T . Penentuan nilai x dan y di buat dalam bentuk matriks dimensional

Tabel 10. Matriks dimensional kecepatan filtrasi

Simbol	h	d	D	hf	T	v	Q	g	E
Satuan	cm	cm	cm	cm	s	cm/s	cm ³ /s	cm/s ²	-
Dimensi	L	L	L	L	T	LT^{-1}	L^3T^{-1}	LT^{-2}	-
L	1	1	1	1	0	1	3	1	0
T	0	0	0	0	1	-1	-1	-2	0

Membuat π secara khusus

$$1) \pi_1 = d^x g^y h$$

$$\pi_1 = (L)^x (LT^{-2})^y (L)$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y + 0 \quad y = 0$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 1 \quad x = -1$$

$$\text{Maka } \pi_1 = \frac{h}{d}$$

$$2) \pi_2 = d^x g^y D$$

$$\pi_2 = (L)^x (LT^{-2})^y (L)$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y + 0 \quad y = 0$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 1 \quad x = -1$$

$$\text{Maka } \pi_2 = \frac{D}{d}$$

$$3) \pi_3 = d^x g^y Q$$

$$\pi_3 = (L)^x (LT^{-2})^y (L^3T^{-1})$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y - 1 \quad y = -0.5$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 3 \quad x = -2,5$$

$$\text{Maka } \pi_3 = \frac{Q}{d^{2,5}\sqrt{g}}$$

$$4) \pi_4 = d^x g^y v$$

$$\pi_4 = (L)^x (LT^{-2})^y (L^2T^{-1})$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y - 1 \quad y = -1/2$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 2 \quad x = -1,5$$

$$\text{Maka } \pi_4 = \frac{v}{d^{1,5}\sqrt{g}}$$

$$5) \pi_5 = d^x g^y v$$

$$\pi_5 = (L)^x (LT^{-2})^y (LT^{-1})$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y - 1 \quad y = -1/2$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 1 \quad x = -1/2$$

$$\text{Maka } \pi_5 = \frac{v}{\sqrt{d \cdot g}}$$

$$6) \pi_6 = d^x g^y t$$

$$\pi_6 = (L)^x (LT^{-2})^y (T)$$

$$T \Rightarrow 0 = 0 - 2y + 1 \quad y = 1/2$$

$$L \Rightarrow 0 = x + y + 0 \quad x = -1/2$$

$$\text{Maka } \pi_6 = \frac{t \cdot g^{1/2}}{d^{1/2}}$$

Dimensi fungsi adalah

$$\pi_1 = \frac{h}{d}, \pi_2 = \frac{D}{d}, \pi_3 = \frac{Q}{d^{2.5} \sqrt{g}}, \pi_4 = \frac{v}{d^{1.5} \sqrt{g}}, \pi_5 = \frac{V}{\sqrt{d \cdot g}}, \pi_6 = \frac{t \cdot g^{1/2}}{d^{1/2}},$$

$$f\left(\frac{h}{d}, \frac{D}{d}, \frac{Q}{\sqrt{g} \cdot d^{2.5}}, \frac{v}{d^{1.5} \sqrt{g}}, \frac{v}{\sqrt{g \cdot d}}, \frac{t \cdot g^{1/2}}{\sqrt{d}}\right)$$

Disederhanakan dengan operasi (kali dan atau bagi) antar variabel non dimensional tersebut, hilangkan nilai konstanta, sehingga jumlahnya lebih sederhana

$$7) \quad \pi_8 = \frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{\frac{h}{d}}{\frac{D}{d}} = \frac{h}{D}$$

$$8) \quad \pi_9 = \frac{\pi_3}{(\pi_6)^2} = \frac{\frac{Q}{d^{2.5} \sqrt{g}}}{\left(\frac{t \cdot g^{0.5}}{d^{0.5}}\right)^2} = \frac{Q}{d^{1.5} \cdot g^{1.5} \cdot t^2}$$

$$9) \quad \pi_{10} = \frac{\pi_9}{\pi_4} = \frac{\frac{Q}{d^{1.5} \cdot g^{1.5} \cdot t^2}}{\frac{v}{d^{1.5} \sqrt{g}}} = \frac{Q}{g t^2 v}$$

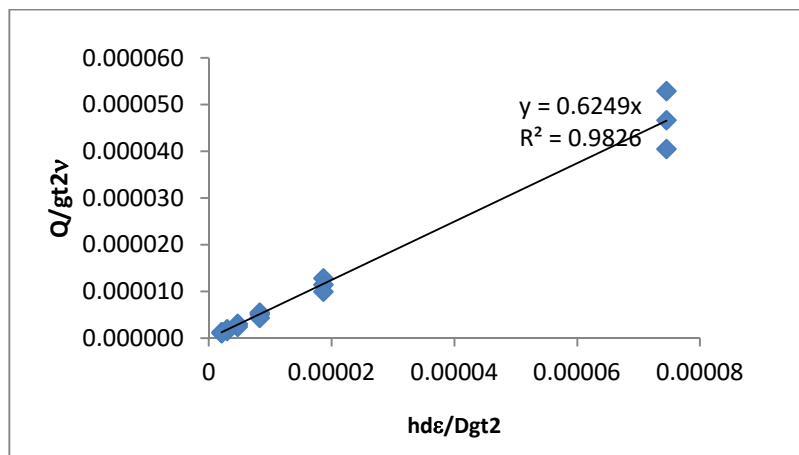
$$10) \quad \pi_{11} = \frac{\pi_8}{(\pi_6)^2} = \frac{\frac{h}{D}}{\left(\frac{t g^{0.5}}{d^{0.5}}\right)^2} = \frac{h \cdot d}{D \cdot g \cdot t^2}$$

Sehingga persamaan dapat di tulis menjadi

$$\frac{Q}{gt^2v}, \frac{hd}{D.g.t^2}$$

Dimana $\frac{Q}{gt^2v}$ adalah debit filtrasi $\frac{h.d}{Dgt^2}$ *gradient hidrolik* filtrasi

Hubungan debit keluar (Q) dengan *gradient hidrolik* dan porositas dapat di lihat pada Gambar 24



Gambar 24. Hubungan Debit Filtrasi $\frac{Q}{gt^2v}$ terhadap *gradient Hidrolik* $\frac{h.d}{Dgt^2} \varepsilon$

Gambar 24 membentuk persamaan regresi linear dengan koefisien determinasi R^2 adalah 0,9826. Persamaan yang diperoleh $y = 0,6249 x$

atau dapat dituliskan sebagai $\frac{Q}{gt^2v} = 0,6249 \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2}$

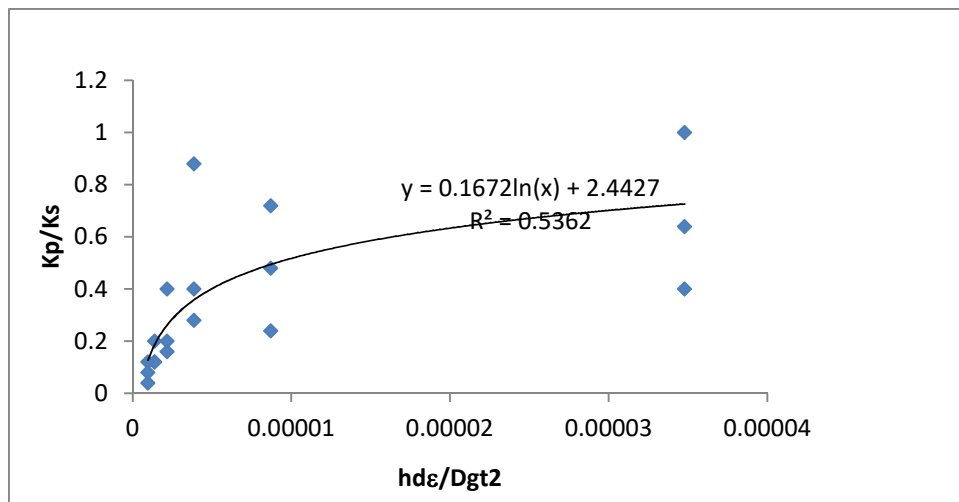
Maka: $Q = 0,6249 \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2} (gt^2v)$ dapat disederhanakan menjadi:

$$Q = n \frac{h.d.\varepsilon.v}{D.} \text{ dimana } n = \text{koefisien bernilai } 0,9826$$

Dari nilai $R > 0,6$ menunjukkan bahwa hubungan debit filtrasi terhadap *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas sangat kuat. Dari gambar 24 tersebut juga memperkuat teori semakin besar *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas maka semakin besar juga debit filtrasinya

2. Hubungan tingkat kekeruhan dengan *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas

Berdasarkan hasil analisa dimensi diperoleh hubungan tingkat kekeruhan dengan *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas. Hubungan tingkat kekeruhan (K_p/K_s) dengan *gradient hidrolik* dapat dilihat pada Gambar 25 hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 18.



Gambar 25. Hubungan Kekeruhan (K_p/K_s) terhadap gradient hidrolis $\frac{h.d}{Dgt^2} \varepsilon$

Gambar 25 membentuk persamaan regresi non linear dengan koefisien determinasi R^2 adalah 0,5362. Persamaan yang di peroleh adalah $y = 0,1672 \ln (x) + 2,4427$ atau dapat di tuliskan sebagai :

$$\frac{K_p}{K_s} = 0,1672 \ln \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2} + 2,4427$$

maka : $K_p = 0,1672 \ln \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2} (K_s) + 2,4427$ dapat disederhanakan

$$\text{menjadi } K_p = 0,1672 \ln \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2} (K_s) + s$$

dimana; s adalah koefisien bernilai 2,4427

Dari nilai $R > 0,6$ menunjukkan bahwa hubungan tingkat kekeruhan terhadap *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas sangat signifikan.. Dari persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran *gradient hidrolik*, diameter butir dan porositas maka kekeruhan juga semakin besar

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh model filter sistem kombinasi *downflow Upflow* terhadap pengolahan air baku cukup signifikan dan sesuai dengan standar air baku menurut peraturan pemerintah Republik Indonesia No 32/Menkes/Per/IX/2017,
2. Tingkat efektifitas pengolahan air baku dengan menggunakan sistem kombinasi *downflow – upflow* cukup tinggi yaitu 76,98 % sampai 99,13 %
3. Model empiris efektifitas debit filtrasi sistem kombinasi *downflow – upflow* didapatkan suatu persamaan $Q = n \frac{h.d.\varepsilon.v}{D}$ dimana n adalah koefisien bernilai 0,9826 , sedangkan untuk tingkat kekeruhan diperoleh persamaan $K_p = 0,1672 \ln \frac{h.d.\varepsilon}{D.g.t^2} (K_s) + s$ dimana s adalah koefisien bernilai 2,4427

B. Saran

Adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Metode penyaringan bertekanan menghasilkan efisiensi kadar kekeruhan dan TSS yang cukup besar, namun metode penyaringan yang digunakan cukup lama dan oleh karena itu pada penelitian selanjutnya diperlukan alat penyaringan defisiensi kadar kekeruhan dan TSS yang lebih ekonomis yaitu dengan metode penyaringan secara gravitasi.
2. Perlu dilakukan variasi media filter dengan media yang lain untuk meningkatkan kemampuan dan efektifitas reaktor filtrasi
3. Pada penelitian selanjutnya akan lebih baik dilakukan penelitian sampai diketahui titik jenuh dan efektifitas media sehingga perlu dilakukan kapan penggantian media dan pengurasan reaktor
4. Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan air gambut atau air limbah greywater

DAFTAR PUSTAKA

- Affam. C.A dan Adlan. N.M. 2013. Operational Performnce Of Vertical Upflow Roughing Filter For Pretreatment Of Leachate Using Limestone Filter Media, *Journal of Urban and Environmental Engineering* , Vol. 7, No. 1 (January to June 2013), pp. 117-125
- Arie Herlambang.2010. Teknologi Penyediaan Air Minum Untuk Keadaan Tanggap Darurat. *Jurnal Air Indonesia*, Vol.6, No.1.
- Al-layla, M.A. 1980. *Water Supply Engineering Design* Michigan: Ann Arbor Science, Publisher Inc
- Andrie, Fatmawati S dan Tehuayo. H. 2016. Rancangan Sistem Penjernihan Air baku Dengan Sistem *Slow Sand Filter* di Desa Lekopancing Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. *Jurnal Iptek*. Vol 11 (21) 1523 – 1530
- American Public Health Association, APHA. 1998. *Standard methods for examination of water and wastewater*, 20th ed. Washington, D.C. USA
- American Public Health Association, APHA. 1992. *Standard methods for examination of water and wastewater*, 19th ed. Washington, D.C. USA.
- Amin, K.N., Aziz, S.Q. 2002. Pressure distribution in filter media in conventional filters. *Journal of Dohuk University*, Vol.5, No.2, 56-59.
- Artiyani A dan Firmansyah.H.N. 2016. Kemampuan filtrasi *upflow* pengolahan filtrasi *upFlow* dengan media pasir,zeolit dan arang aktif dalam menurunkan kadar Fosfat dan deterjen air limbah domestik. *Jurnal Industri Inovatif* . Vol.6.1, 8-15
- Asmadi., Khayan., & Heru, SK. 2011. Teknologi Pengolahan Air Minum. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Awwal R. 2016 , Efektifitas Pengolahan *Greywater* dengan menggunakan *Rapid Sand Filter* (RSF) dalam menurunkan kekeruhan TSS,BOD dan COD *Tugas Akhir* Fakultas Teknik sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia.

- Aziz, H. A., Salina A., Mohd. N. A., Faridah, Asaar i A.H., Zahari, M.S. (2006) Colour removal from landfill leachate by coagulation and flocculation processes, *Bioresource Technology* 98, 218–220.
- Aziz, H.A., Yusoff M.S., Mohd N.A., Adnan N.H., Salina, A. (2004) Physico-chemical removal of iron from semi-aerobic landfill leachate by limestone filter. *Waste Management* 24, 353–358
- Badan Standardisasi nasional 2008. *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat*. SNI – 3981.
- Badan Standarisasi Nasional , 2008 Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air, Standar Nasional Indonesia (SNI) 6774:
- Baker, RW. 2004. *Membran Technology And Aplication* (2 ed). California: John Wiley& Son Ltd.
- Bambang B, Marry.S, RN.Hamdani, M.Ihsan, Y.Arai, 2019. The Effectiveness of PAC and Chitosan Usage in Jeneberang River Raw Water Treatment. Systems. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering* 679 (1),012028
- Bambang B, A Sumakin, Y. Widiyasari, 2020. Distribution pattern of Water Salinity Analysis in Jeneberang river estuary using ArcGis. *IOP-Conference Series* 419 (1),012116
- Bambang Triatmodjo. 2015. *Hidraulika I*. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta
- Barrett, J.M. 1989. Improvement of slow sand filtration of warm water by using coarse sand. *Thesis*, University of Colorado, USA.
- Bear, J. and A. Verruijt, 1990, *Modelling Groundwater Flow and Pollution*: Reidel Publishing Company, Dordrecht, the Netherland, 412 p.
- Boller, M.A., Kavanaugh, M.C. 1995. Particle characteristics and headloss increase in granular media filtration. *Water Research*, Vol. 29, Issue 4, 1139-1149.
- Boller, M. 1993. Filter mechanisms in roughing filters. *Journal of Water Supply Research and Technology - Aqua*, Vol. 42, 174185.
- Bouwer, Herman, 1978. *Groundwater Hydrology*. Int. Student Ed., McGraw-Hill Kogakusha Ltd.