

# UJI BANDING EFEKTIFITAS *ROUGHING FILTER* ALIRAN HORIZONTAL DAN ALIRAN *UPFLOW* DALAM REDUKSI KADAR KEKERUHAN DAN KESADAHAN AIR SUNGAI BRANTAS

Hery Setyobudiarso<sup>1</sup>, Sudiro<sup>2</sup>, Agnes Tyagita Ayudyaningtyas<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang  
Jl. Bendungan Sigura-guna No 2, Malang  
E-mail: [hery\\_sba@yahoo.com](mailto:hery_sba@yahoo.com)

## ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Karena keberadaannya yang sangat penting tersebut, maka berbagai usaha dilakukan untuk memperolehnya dengan memanfaatkan air dari berbagai sumber. Air sungai biasanya tidak dapat langsung digunakan, karena umumnya kotor dan tercemar. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air untuk memenuhi syarat sebagai air minum/air bersih dengan pengolahan pendahuluan salah satunya dengan menggunakan proses filtrasi, yaitu dengan memakai alat *Roughing Filter*. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Roughing Filter* aliran horizontal dan *Roughing Filter* aliran *Up Flow* terhadap penurunan konsentrasi kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Roughing filter* aliran horizontal dan *upflow* dengan media batu kapur dan batu kerikil memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan kesadahan dan kekeruhan dari air sungai. Pada *Roughing Filter* Aliran Horizontal penurunan kekeruhan air sungai paling tinggi diperoleh pada media cangkang kerang dan batu apung dengan waktu 210 menit dengan persentase penurunan kandungan kekeruhan sebesar 90,92% dan kesadahan sebesar 51.59%. Pada *Roughing Filter* Aliran *Upflow* penurunan kekeruhan paling tinggi diperoleh pada diameter media 19 mm – 22 mm dengan perbandingan ketinggian media batu kapur 100 cm: batu kerikil 0 cm, pada waktu 60 menit dengan nilai persentase 28,7036 % (26 NTU). penurunan konsentrasi kesadahan paling tinggi diperoleh pada diameter media 19 mm – 22 mm, perbandingan ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm, pada waktu 60 menit dengan nilai persentase 49,0585 % (79,37 mg/l).

**Kata Kunci:** *Horizontal Roughing filter*, Aliran *Upflow*, Kekeruhan, Kesadahan.

## ABSTRACT

*Water is a basic need that is very important in everyday life. Because of its very important existence, various efforts have been made to obtain it by utilizing water from various sources. River water usually cannot be used directly, because it is generally dirty and polluted. Therefore, it is necessary to treat water to meet the requirements as drinking water/clean water with preliminary treatment, one of which is by using a filtration process, namely by using a Roughing Filter. This study aims to determine the ability and of horizontal flow Roughing Filter Roughing Up Flow to decrease the concentration of turbidity and water hardness of the Brantas River. The results showed that Roughing filter the horizontal flow upflow with limestone and gravel media had the ability to reduce the hardness and turbidity content of river water. In Roughing Filter the highest decrease in river water turbidity was obtained in the media of shellfish and pumice with time. 210 minutes with a decrease in the percentage of turbidity content of 90.92% and hardness of 51.59%. In Roughing Filter Flow Upflow, the highest turbidity decrease was obtained at a media diameter of 19 mm – 22 mm with a ratio of 100 cm high limestone media: 0 cm gravel, at 60 minutes with a percentage value of 28.7036 % (26 NTU). The highest decrease in hardness concentration was obtained at a media diameter of 19 mm – 22 mm, the ratio of the height of the limestone media 25 cm: 75 cm gravel, at 60 minutes with a percentage value of 49,0585 % (79,37 mg/l)*

**Keywords:** *Horizontal Roughing filter*, *Upflow*, *Turbidity*, *Hardness*

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting dalam kehidupan kita sehari-hari, sehingga kita perlu memastikan apakah air tersebut aman untuk dikonsumsi. Untuk mendapatkan air bersih kita dapat mengolah air sungai dengan melalui proses pengolahan untuk menurunkan parameter pencemar seperti kekeruhan, kesadahan dan

kadar COD dengan cara menyaring/mengendapkannya melalui suatu media.

Salah satu pengolahan air bersih adalah dengan *roughing filter* yang merupakan salah satu *primary treatment* yang umum dipakai dalam penyediaan air bersih. Kelebihan filter ini adalah bahan baku media mudah diperoleh tidak diperlukan tenaga ahli dalam pengoperasiannya, serta biaya pembuatannya sangat rendah.

Terdapat 2 jenis *roughing filter* yaitu *roughing filter* aliran vertikal dan *roughing filter* aliran horizontal.

*Roughing filter* aliran horizontal memiliki efisiensi penurunan kekeruhan, partikel tersuspensi dan warna lebih tinggi dibandingkan *roughing filter* aliran vertikal. Cara pengolahan dengan *roughing filter* diharapkan merupakan salah satu cara yang sederhana dalam menerapkan teknologi penyediaan air bersih

Dari beberapa media yang ada, pada penelitian ini akan memanfaatkan cangkang kerang dan media batu apung. Selama ini cangkang kerang kerap dikategorikan sebagai limbah ini ternyata dapat menjadi media penyaringan air. Di dalam cangkang kerang (kerang darah) mengandung 66,70% kalsium karbonat, dimana kandungan kalsium karbonat yang tinggi membuat cangkang kerang dapat digunakan sebagai penjernih air dan juga mengurangi kadar besi, mangan, dan logam lainnya (Meidina, 2020).

Media batu apung yang merupakan salah satu jenis batu lelehan yang proses terbentuknya merupakan hasil erupsi gunung berapi. Batu apung yang lapuk mempunyai daya serap yang tinggi, hal ini terjadi karena kandungan mineral yang tinggi selain itu batu apung mempunyai kandungan zat kapur dan kapasitas adsorbsinya 40%.

Penelitian ini bertujuan untuk uji banding efektifitas dan perbedaan kemampuan *Roughing Filter* Aliran Horizontal dan Aliran *Upflow* dalam reduksi kadar kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas.

**METODE PENELITIAN**

**Jenis Penelitian**

Merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan efektifitas dan perbedaan kemampuan *Roughing Filter* Aliran Horizontal dan Aliran *Upflow* dalam reduksi kadar kekeruhan, dan kesadahan air sungai Brantas.

**Lokasi Penelitian**

Dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

**Variabel Penelitian**

- 1. Variabel terikat : kekeruhan dan kesadahan
- 2. Variabel bebas :

ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL	ROUGHING FILTER ALIRAN UPFLOW
Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 l/menit.	
Variasi ketinggian media cangkang kerang – batu apung a. Panjang 100 cm cangkang (P1) b. Panjang 100 cm batu apung (P2) c. Panjang 50 cm batu apung : 50 cm cangkang kerang (P3) d. Panjang 50 cm cangkang kerang : 50 cm batu apung (P4)	Variasi ketinggian media batu kapur – batu kerikil a. Tinggi 100 cm batu kapur: 0 cm batu kerikil (T <sub>1</sub> ). b. Tinggi 25 cm batu kapur : 75 cm batu kerikil (T <sub>2</sub> ) c. Tinggi 50 cm batu kapur : 50 cm batu kerikil (T <sub>3</sub> ). d. Tinggi 75 cm batu kapur : 25 cm batu kerikil (T <sub>4</sub> ).
Variasi waktu operasional <i>Roughing Filter</i>	
a. 15 menit b. 30 menit c. 60 menit d. 90 menit	e. 120 menit f. 150 menit g. 180 menit h. 210 menit
	a. 0 menit b. 30 menit c. 60 menit d. 90 menit

**Penyiapan Media Filter**

- a. Menyiapkan cangkang kerang dan batu apung.
- b. Cangkang kerang dan batu apung di pecah kecil-kecil.
- c. Mengayak dengan diameter 4.75 mm.
- d. Mencuci sampai bersih.
- e. Kemudian mencampurkan batu apung dengan aquadest, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai pH mencapai 3.
- f. Campuran dididihkan selama 20 menit.
- g. Kemudian disaring, dicuci dengan aquadest dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 20 menit.

**Pengoperasian Alat**

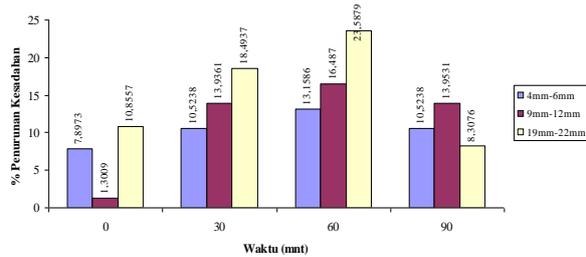
- a. Membuat alat *roughing filter* aliran horisontal dengan skala laboratorium.
- b. Membuat alat *roughing filter* aliran *Upflow* dengan skala laboratorium.
- c. Air sampel dialirkan dari bak penampung air menuju bak pengatur debit dengan menggunakan pompa.
- d. Dari bak pengatur debit yang dilengkapi dengan kran dialirkan ke bak *roughing filter* aliran horizontal dan aliran *upflow* yang telah diisi media.
- e. Air keluar dari bak *roughing filter* aliran horizontal dan aliran *upflow* kemudian ditampung dalam bak penampungan/*effluent* dan siap untuk dianalisa.
- f. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, d, dan e dengan mengganti media dan variasi panjang media.
- g. Air yang telah mengalami filtrasi diambil secukupnya untuk dianalisa.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

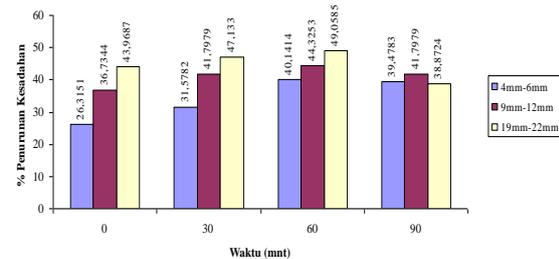
**Hasil Analisa Penurunan Kesadahan**

**a. Analisa Deskriptif**

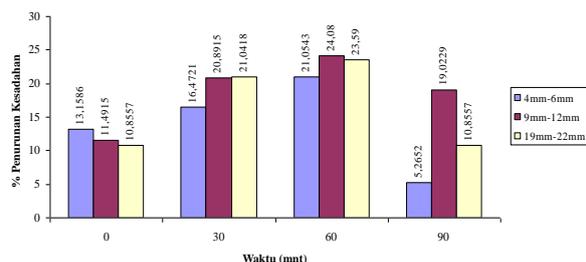
Berdasarkan gambar 1 – 4 menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan kesadahan melalui *roughing filter* aliran *Up Flow* berkisar antara 1,3009% - 49,0585%. Kemampuan penurunan terbesar adalah 49,0585% pada diameter media 19 mm – 22 mm dengan variasi ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm pada waktu operasional 60 menit. Sedangkan kemampuan terkecil sebesar 1,3009% pada diameter media 9 mm - 12 mm dengan variasi ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm pada waktu operasional 0 menit.



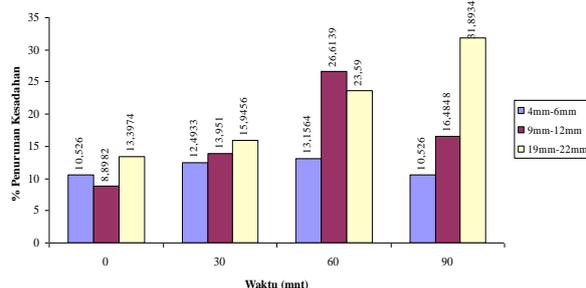
Gambar 1. Grafik persentase (%) penurunan kesadahan pada ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm



Gambar 2. Grafik persentase (%) penurunan kesadahan pada ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm



Gambar 3. Grafik persentase (%) penurunan kesadahan pada ketinggian media batu kapur 50 cm : batu kerikil 50 cm

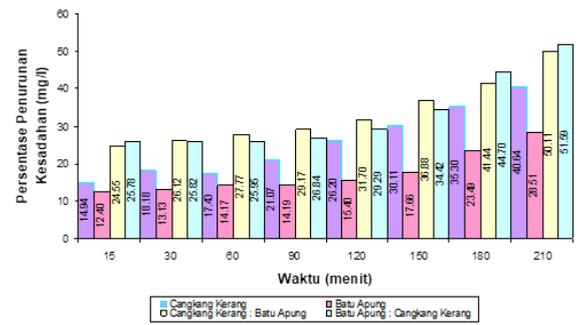


Gambar 4. Grafik persentase (%) penurunan kesadahan pada ketinggian media batu kapur 75 cm : batu kerikil 25 cm

**b. Analisa ANOVA**

Tabel 1. Hasil Uji ANOVA % Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter*

Source	DF	SS	MS	F	p
Perlakuan	12	3493	291	2,03	0,026
Error	131	18774	143		
Total	143	22267			



Gambar 5. Grafik Persentase Penurunan Kesadahan

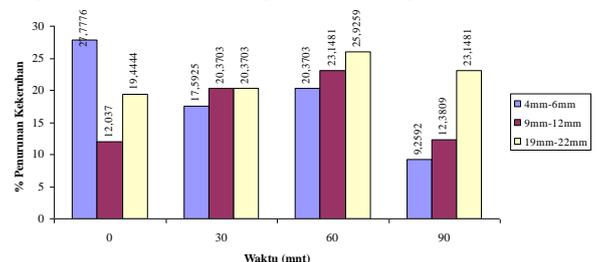
Tabel 2. Hasil Uji ANOVA Penurunan Kesadahan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* aliran horizontal

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	10390,63	335,18	125731,49	0.000
Error	64	0,17	0.00		
Total	95	10390,80			

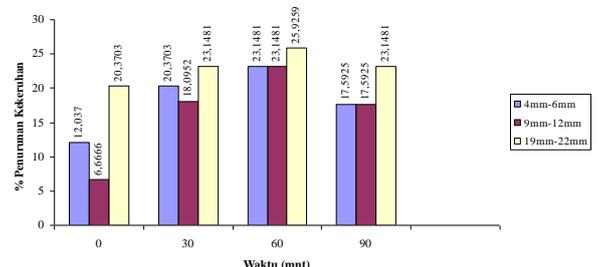
**Hasil Analisa Penurunan Kekeruhan**

**a. Analisa Deskriptif**

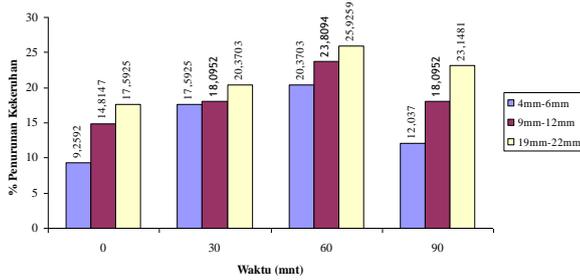
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batu kapur dan batu kerikil sebagai media filtrasi mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan. Konsentrasi akhir kekeruhan dan persentase penurunan kekeruhan dapat dilihat grafik seperti pada gambar 6 – gambar 8.



Gambar 6. Grafik persentase (%) penurunan kekeruhan pada ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm



Gambar 7. Grafik persentase (%) penurunan kekeruhan pada ketinggian media batu kapur 50 cm : batu kerikil 50 cm



Gambar 8. Grafik persentase (%) penurunan kekeruhan pada ketinggian media batu kapur 75 cm : batu kerikil 25 cm

**b. Analisa ANOVA**

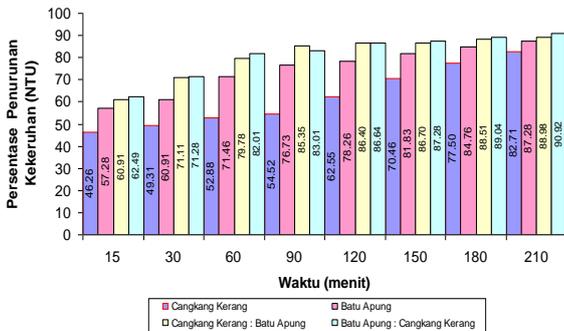
Tabel 3. Hasil Uji ANOVA % Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter*

Source	DF	SS	MS	F	p
Perlakuan	12	2800,68	233,39	30,16	0,000
Error	131	1013,89	7,74		
Total	143	3814,58			

Pengambilan keputusan berdasarkan:

- Jika probabilitas > 0,05, H<sub>0</sub> diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H<sub>0</sub> ditolak.

Berdasarkan nilai F hitung sebesar 30,16 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1,75. Karena nilai F hitung lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>). Dengan nilai probabilitas 0,000, maka H<sub>0</sub> ditolak. Artinya dua belas perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.



Gambar 9. Grafik Persentase Penurunan Kekeruhan

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA Penurunan Kekeruhan Pada Proses Filtrasi Dengan Alat *Roughing Filter* aliran horizontal

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	15444,10	498,20	28374,51	0,000
Error	64	1,12	0,02		
Total	95	15445,23			

Berdasarkan F hitung sebesar 28374,51 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1,63. Karena nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H<sub>0</sub>). Dengan nilai probabilitas

0,000, maka H<sub>0</sub> ditolak. Artinya ada beberapa perlakuan yang tidak signifikan atau tidak sama.

**Pembahasan**  
**Penurunan Konsentrasi Kesadahan**

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, *roughing filter* aliran *upflow* dengan variasi diameter media kapur, ketinggian media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi kesadahan. Kemampuan penurunan konsentrasi kesadahan melalui *roughing filter* aliran *upflow* berkisar antara 1,3009 % sampai 49,0585 %. Dari gambar 7. menunjukkan bahwa persentase penyisihan kesadahan tertinggi sebesar 49,0585 % yaitu variasi diameter media 19 mm – 22 mm, ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm dan pada waktu 60 menit.

Persentase penyisihan kesadahan terendah sebesar 1,3009 % yaitu pada variasi diameter media 9 mm – 12 mm, ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm dan pada waktu 0 menit dimana air baku sudah masuk pada *roughing filter*. Hal ini disebabkan karena besar kecilnya pori dan luas permukaan media yang terbentuk dari butiran media yang digunakan. Ketinggian media akan menentukan lama pengaliran dan daya saring, media yang terlalu tebal akan mempunyai daya saring yang tinggi namun membutuhkan waktu yang lama dalam pengalirannya, sedangkan media yang terlalu tipis waktu pengalirannya pendek namun memiliki daya saring yang rendah (Aloysius, 2015). Selain itu kesadahan yang berasal dari air baku sudah mengalami pengendapan terlebih dahulu didalam batu kerikil. Sehingga sisa kesadahan yang tidak terendapkan di batu kerikil, masuk dalam batu kapur dan terjadi reaksi penurunan kesadahan (Suantari, 2005).

Variasi perbandingan ketinggian media dengan perbandingan media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan ketinggian dengan variasi lainnya. Hal ini disebabkan karena batu kapur mengandung senyawa CaCO<sub>3</sub>. Dimana jika berikatan dengan senyawa OH<sup>-</sup> dari air sungai ditambah dengan kandungan CO<sub>2</sub> berasal dari air hujan yang terlarut dalam air sungai maka akan bergabung dengan CaCO<sub>3</sub> yang berasal dari batu kapur sehingga membentuk senyawa HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Senyawa HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ditambah dengan OH<sup>-</sup> dari air akan membentuk CO<sub>3</sub><sup>-</sup> dan H<sub>2</sub>O sehingga batu kapur dapat mengurangi kadar kesadahan dari air sungai (Alearts, 1984 dan Munir, 2003). Sedangkan untuk batu kerikil yang merupakan batuan sedimen klastik mempunyai kandungan senyawa hampir sama dengan batu kapur yaitu besi karbonat.

Untuk variasi waktu operasional penyisihan kesadahan mempunyai arah hubungan yang negatif yaitu dimana semakin lama waktu operasional (sampai 60 menit) maka akan diikuti dengan penyisihan kesadahan yang tinggi. Namun

pada waktu 90 menit, penyisihan kesadahan akan rendah. Hal ini disebabkan karena media filter sudah mengalami *clogging* (penyumbatan) pada pori-porinya dan daya serap terhadap penyisihan kesadahan rendah.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492 Tahun 2010 bahwa kadar kesadahan yang diperbolehkan 500 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kesadahan dibawah 500 mg/l maka air sungai layak digunakan sebagai air minum.

Penurunan kesadahan atau pelunakan air adalah proses penghilangan mineral yang terlarut dalam air, yang termasuk mineral terlarut dalam air adalah mineral penyebab kesadahan seperti  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ , dalam penelitian ini proses untuk menurunkan kesadahan yaitu dengan pengendapan dalam proses filtrasi. Pengendapan ion kalsium dan magnesium biasanya dipengaruhi oleh penambahan kapur ( $Ca(OH)_2$ ) ke dalam air.

Dalam penelitian ini media cangkang kerang dan batu apung tersusun dari zat kapur secara alami. Penurunan kesadahan didapat pada semua variasi, hal ini dikarenakan setiap media yang digunakan mengandung CaO yang berpengaruh terhadap penurunan kesadahan dimana kandungan CaO pada media dapat mengendapkan kalsium karbonat dan magnesium hidroksida menjadi tidak terlarut dalam air (Montgomery, 1985).

Variasi perbandingan media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan panjang dengan variasi lainnya. Dikarenakan batu apung dan cangkang kerang tersusun dari zat kapur yang mengandung senyawa  $CaCO_3$ . Dimana jika berikatan dengan senyawa  $OH^-$  dari air sungai ditambah dengan kandungan  $CO_2$  berasal dari air hujan yang terlarut dalam air sungai maka akan bergabung dengan  $CaCO_3$  yang berasal dari media filter sehingga membentuk senyawa  $HCO_3^-$ . Senyawa  $HCO_3^-$  ditambah dengan  $OH^-$  dari air akan membentuk  $CO_3^{2-}$  dan  $H_2O$  sehingga media filter dapat mengurangi kadar kesadahan dari air sungai (Alearts, 1984 dan Munir, 2003). Sehingga dalam jangka waktu lama media filter mempunyai daya serap terhadap partikel kesadahan lebih besar (Arumsari, 1994) serta faktor media kombinasi juga memerlukan waktu kontak yang lebih lama dalam menurunkan nilai kesadahan secara maksimum (Anggresia, 2013).

### Penurunan Konsentrasi Kekeuhan

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, roughing filter aliran upflow dengan variasi diameter media kapur, ketinggian media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi kekeuhan. Kemampuan penurunan konsentrasi kekeuhan melalui roughing filter aliran

upflow berkisar antara 6,6666 % sampai 28,7036 %. Dari gambar 4.13 menunjukkan bahwa persentase penyisihan kekeuhan tertinggi sebesar 28,7036 % yaitu variasi diameter media 19 mm – 22 mm, ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm dan pada waktu 60 menit.

Persentase penyisihan kekeuhan terendah sebesar 6,6666 % yaitu pada variasi diameter media 9 mm – 12 mm, ketinggian media batu kapur 50 cm : batu kerikil 50 cm dan pada waktu 0 menit. Hal ini disebabkan oleh karena diameter batu kapur 9 mm – 12 mm memiliki kemampuan lebih besar dalam menurunkan kekeuhan dibandingkan dengan diameter 19 mm -22 mm. Sebenarnya penggunaan diameter media yang kecil, mempunyai permukaan yang semakin luas. Dengan luasnya permukaan tersebut pori-pori yang ada akan semakin banyak, sehingga kemampuan untuk menyerap kekeuhan semakin tinggi (Suantari, 2005).

Variasi perbandingan ketinggian media dengan perbandingan media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm lebih banyak terjadi penurunan kekeuhan jika dibandingkan dengan ketinggian dengan variasi lainnya. Semakin tinggi media filter maka penyisihan kekeuhan akan semakin baik namun headloss yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi media filter maka semakin banyak ruang kosong antar partikel sehingga partikel yang terjebak dalam media filter akan semakin banyak dan penyisihan semakin baik (Fathimah, 2019).

Karena semakin penuh ketinggian batu kapur tanpa ditambah variasi batu kerikil mempunyai daya saring yang lebih tinggi karena memiliki waktu pengaliran yang lebih panjang. Penurunan kekeuhan air tertinggi terjadi pada media dengan ketebalan media 100 cm (Sugeng Nuradji, 2021). Berarti dalam jangka waktu panjang batu kapur dapat mengurangi konsentrasi kekeuhan dan kekeuhan *effluent* pun menjadi semakin bagus. Namun pada batas waktu tertentu, kekeuhan akan naik lagi karena media sudah mengalami *clogging* (penyumbatan) dan daya serap dari pori-pori semakin turun. Selain itu air sungai yang mengandung kekeuhan telah diserap oleh pori-pori dari batu kapur dengan waktu pengaliran yang panjang. Sehingga kekeuhan mengalami pengendapan di setiap permukaan batu kapur sampai media jenuh dan proses berikutnya baru filtrasi.

Pada waktu 60 menit konsentrasi akhir kekeuhan yang dihasilkan semakin rendah, namun pada waktu 90 menit konsentrasi kekeuhan naik lagi. Hal ini disebabkan karena setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum maka secara berangsur-angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan. Sehingga kualitas effluen juga akan mengalami penurunan, peristiwa seperti ini biasa disebut *breakthrough*. *Breakthrough* ditandai dengan

mulai menurunnya efisiensi maksimum. Hal ini disebabkan karena kekeruhan yang sudah tertahan pada pori-pori media secara maksimum dan menyebabkan sebagian besar pori-pori media tertutup oleh endapan. Sehingga efisiensi filter menurun dan mengakibatkan penurunan kualitas effluen.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeruhan effluent semakin berkurang sesuai dengan lamanya waktu operasi *roughing filter* atau efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat. Nilai penurunan kekeruhan tersebut berbeda-beda untuk setiap variasinya. Selain itu debit, diameter media, waktu operasional dan variasi panjang media adalah faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi itu sendiri. Jadi semakin lama waktu operasi kualitas effluent semakin baik, hal ini terjadi karena rongga antar partikel-partikel media belum jenuh.

Peningkatan persentase efisiensi kekeruhan terjadi pada semua variasi media, terutama pada pengambilan sampel pertama yakni saat effluen keluar pertama kali ( $t = 15$  menit) hal ini menunjukkan bahwa diperlukan waktu tinggal yang lama untuk mencapai persentase penurunan kekeruhan yang maksimum, karena waktu tinggal sebanding dengan banyaknya partikel penyebab kekeruhan yang tertahan di media filter.

Variasi perbandingan panjang media dengan perbandingan media batu apung 50 cm : cangkang kerang 50 cm (P4) lebih banyak terjadi penurunan kekeruhan jika dibandingkan dengan variasi panjang media lainnya. Hal ini terjadi karena selama proses filtrasi terjadi pengendapan pada media, sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi dan pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Media batu apung mempunyai kapasitas adsorpsi, stukturanya porous dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring/diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu apung juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada dasar *roughing filter* juga terjadi pengendapan pada media yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu apung. Sedangkan pada cangkang kerang hanya menyaring partikel yang lebih kecil yang tidak dapat tersaring oleh batu apung, hal ini dikarenakan permukaan media cangkang kerang lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah dari batu apung sehingga hanya mampu menyaring sisa partikel pada media batu apung. Dengan demikian media batu apung dan cangkang kerang lebih banyak didapatkan penurunan kekeruhan yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang dimiliki oleh media batu apung dan cangkang kerang, selain itu waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan. Dimana debit

yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh batu apung dan cangkang kerang akan lebih optimal sedangkan waktu operasi juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasi maka banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan sehingga kualitas *effluent* akan semakin baik, dimana penurunan kekeruhan tertinggi didapat pada waktu operasi 210 menit

## KESIMPULAN

1. *Roughing filter* aliran horizontal dan *upflow* dengan media batu kapur dan batu kerikil memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan kesadahan dan kekeruhan dari air sungai.
2. Pada *Roughing Filter* Aliran Horizontal penurunan kekeruhan dan kesadahan air sungai paling tinggi diperoleh pada media cangkang kerang dan batu apung dalam waktu 210 menit dengan persentase penurunan kandungan kekeruhan sebesar 90,92% dan kesadahan sebesar 51,59%.
3. Pada *Roughing Filter* Aliran *Upflow* penurunan kekeruhan paling tinggi sebesar 28,70 % (26 NTU), diperoleh pada variable diameter media 19 mm – 22 mm dengan perbandingan ketinggian media batu kapur 100 cm : batu kerikil 0 cm, pada waktu 60 menit. Sedangkan penurunan konsentrasi kesadahan paling tinggi sebesar 49,06 % (79,37 mg/l), diperoleh pada variabel diameter media 19 mm – 22 mm, perbandingan ketinggian media batu kapur 25 cm : batu kerikil 75 cm, pada waktu 60 menit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan banyak terimakasih Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melancarkan penelitian dan penulisan jurnal ini, kepada jajaran Program Studi Teknik Lingkungan yang telah berkenan membantu kami dalam proses penelitian dan analisa laboratorium sehingga kami bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Yang terakhir kepada semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu untuk mendukung kami menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adylastri, Anggresia. 2013. *Pengaruh Media Filter Dan Lama Kontak Terhadap Kesadahan Air Dari Gunung Kapur Ciampea*. Institut Pertanian Bogor.
- Alaerts G, Santika S, Sumestri Sri. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Arumsari, Anita, 1994. *Uji Penurunan kekeruhan pada pengolahan awal Dengan Menggunakan Roughing Filter*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

- Hanun, Fathimah. 2019. *Pengaruh Tinggi Media Pasir Silika Terhadap Penyisihan Kekeruhan Pada Unit Filtrasi Pengolahan Air Minum*. Universitas Trisakti Jakarta.
- Menkes RI. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Nuradji, Sugeng., Sercyana Sampo. 2021. *Pengaruh Ketebalan Media Saringan Pasir Lambat terhadap Penurunan Kekeruhan dan Warna Air Permukaan Menggunakan Sistem Down Flow*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Volume 1 Nomor 2.
- Oktavius, Aloysius. 2015. *Efektifitas Pengolahan Air Dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Reynolds, Tom D.,. 1982, *Unit Operational And Processes In Environmental Engineering, Brooks/cole Engineering Division California*.
- Sutrisno. C Totok, Suciastuti Eni. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugiharto. 1987. *Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia – Press. Jakarta.
- Soleh, A.Z (2005). *Ilmu Statistika*. Rekayasa Sains. Bandung.
- Suantari, Ni Made. 2005. *Uji Kemampuan Roughing Filter Aliran Horizontal Terhadap Penurunan Kadar Sulfur (S), Besi (Fe), dan Kekeruhan Pada Air Panas*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang. Malang.
- Wenten, I. G. 2003. *Aplikasi Teknologi Membran Dalam Pengolahan Air dan Air Duangan*. M. Razif, dkk (Eds.), *Perkembangan dan Aplikasi Teknologi Lingkungan Dalam Menghadapi Era Global* (hlm. U.5-1 – U.5-16). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November