

ANALISIS KINERJA BANGUNAN PRASEDIMENTASI DALAM PENURUNAN KADAR BOD, COD, DAN TSS PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR SIWALAN PANJI SIDOARJO

Maria Mustika Ningrum¹, Kustamar², Hery Setyobudiarso³

^{1,2,3} Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia-65140

ABSTRAK

Sungai Afoer di Kecamatan Buduran Kota Sidoarjo adalah salah satu sungai sebagai sumber air baku oleh Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji, penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air baku, peningkatan kinerja bangunan prasedimentasi dengan solusi alternatif, kemampuan biofilter dalam penurunan BOD, COD dan TSS, menganalisis waktu hidrolisis yang efektif dan menganalisis jenis biofilter terbaik.

Metode penelitian ini adalah studi eksperimen pada penggunaan biofiltrasi alternatif seperti Batu pecah, Crossflow, dan Bio-Ball, analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Anova two way*. Hasil penelitian menunjukkan air baku tidak memenuhi standar baku mutu air baku kelas I, sebagai solusi dalam peningkatan kinerja bangunan prasedimentasi digunakan biofilter Batu pecah, Crossflow, dan Bio-Ball. Hasil uji statistik menunjukkan waktu tinggal hidrolisis efektif adalah 87 jam dengan efisiensi penurunan zat organik pada biofilter batu pecah BOD 86,44%, COD 81,72%, TSS 45,00%, biofilter *crossflow* BOD 94,99%, COD 92,67%, TSS 45,00%, dan biofilter bio-ball BOD 93,48%, COD 91,20%, TSS 45,00%. Pada waktu tinggal hidrolisis 87 jam kemampuan penurunan BOD, COD, dan TSS, yang terbaik adalah biofilter *Crossflow*, dengan nilai *subset* BOD 94,9900, COD 92,6700, dan TSS 45,000

Kata Kunci : *Kualitas Air Baku, Prasedimentasi, Biofilter*

1. PENDAHULUAN

Air adalah senyawa penting untuk kehidupan semua makhluk hidup, ketersediaannya sangat melimpah dimana 70% air menutupi permukaan bumi, jumlahnya dapat mencapai 1.368 juta kilometer kubik (Effendi, 2003: 22), jika ketersediaan air tidak dapat terpenuhi sudah dapat dipastikan tidak akan ada kehidupan (Triarmadja, 2019: 1). Kondisi lingkungan yang terus menurun berdampak pada semakin berkurangnya potensi air tanah, dalam upaya pemenuhan kebutuhan air, maka dilakukan sistem penyediaan air bersih yang menggunakan sungai sebagai sumber air baku (Kustamar & Sudiro, 2017: 1). Seiring waktu banyaknya aktivitas industri, rumah tangga dan populasi manusia, berimbas pada kondisi lingkungan perairan menjadi tercemar karena kurangnya kesadaran manusia untuk tidak membuang limbah langsung ke sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, akibatnya timbul berbagai macam penyakit yang mengganggu kesehatan (Wulandari, 2019: 2).

Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji yang merupakan instansi milik Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Sidoarjo yang memanfaatkan sungai Afoer di kecamatan Buduran sebagai air baku, IPA Siwalan Panji bertanggung jawab dalam pengolahan air baku menjadi air bersih yang layak untuk dikonsumsi masyarakat Sidoarjo. IPA siwalan Panji dapat memproduksi air bersih 165 l/detik. Namun karena kondisi kualitas air baku setiap tahunnya mengalami penurunan berpengaruh pada kinerja proses treatment awal pada bangunan prasedimentasi.

Penurunan kualitas air sungai Afoer berpengaruh pada tidak maksimalnya kinerja bangunan prasedimentasi dalam proses penurunan zat organik terlarut, berdasarkan pengamatan kualitas air pada bangunan prasedimentasi kadar zat organik yang terlarut seperti kadar BOD mencapai 22,22 mg/l, COD 63,90 mg/l, TSS 46,400 mg/l dan beberapa parameter lainnya melebihi standar Peraturan Pemerintah No. 80 tahun 2001 tentang air baku kelas I. Dari permasalahan tersebut peneliti menganalisis kinerja bangunan prasedimentasi eksisting dalam penurunan kadar BOD, dan COD dan memberikan solusi dalam meningkatkan kinerja bangunan prasedimentasi, sehingga diharapkan air baku yang digunakan sesuai standar Peraturan Pemerintah No. 80 Tahun 2001. Adapun solusi alternatifnya adalah menggunakan biofilter seperti Batu pecah, *Crossflow*, dan Bio-Ball.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif, yang dilakukan secara observasi dengan didasarkan pada studi eksperimen. Tujuannya adalah untuk menentukan solusi alternatif dari perlakuan peningkatan kualitas air baku dengan penggunaan media biofilter alternatif. Proses penelitian ini berlokasi di Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Kecamatan Buduran Kota Sidoarjo. IPA Siwalan Panji dapat memproduksi air bersih sebesar 165 l/detik atau 14.256.000 L/hari, oprasional IPA berlangsung selama 24 jam.

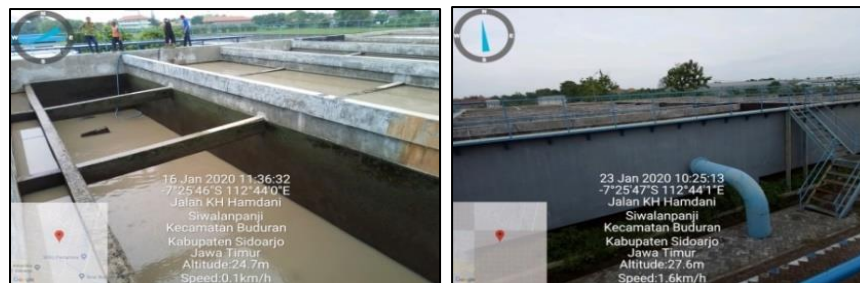
Tahap pertama penelitian ini yaitu studi literatur mengenai evaluasi kinerja bangunan prasedimentasi. Tahap kedua dilakukan pengambilan data kondisi bangunan prasedimentasi eksisting. Data yang diambil berupa data pimer dan sekunder. Tahap ketiga yaitu analisis data yang berupa peningkatan kinerja menggunakan media biofilter alternatif berdasarkan waktu hidrolisis. Tahap keempat analisa uji statistik penentuan biofilter terbaik. Maka diperoleh kesimpulan waktu hidrolisis yang efektif menggunakan media biofilter terbaik.

Pada uji statistik pengolahan data digunakan SPSS 32, dengan metode yang digunakan uji Anova *Two Way*, variabel yang digunakan meliputi:

- Variabel bebas terdiri dari kadar BOD, COD, TSS sebelum pengolahan
- Variabel terikat terdiri dari media biofilter Batu Pecah, *Crossflow*, Bio-Ball, kadar BOD, COD dan TSS setelah pengolahan
- Variabel kontrol yaitu waktu tinggal hidrolisis 35 jam, 48 jam, 61 jam, 74 jam dan 87 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Bangunan Prasedimentasi Eksisting



Gambar 1. Bangunan Prasedimentasi Eksisting

Sumber : Dokumentasi Lapangan

Tabel 1. Hasil evaluasi kinerja bangunan prasedimentasi dalam penuruna zat organik

Parameter	Satuan	Standar	Nilai evaluasi	Keterangan
- Kualiatas Air Baku Masuk				
a. TSS	mg/l	50	5,87	OK
b. TDS	mg/l	1000	510,2	OK
c. BOD	mg/l	2	19,5	Melebihi
d. COD	mg/l	10	9,84	
e. Kekeruhan	NTU	5-25	30	Melebihi
- Kualitas Air Baku pada bangunan prasedimentasi				
a. BOD	mg/l	2	22,22	Melebihi
b. COD	mg/l	10	63,90	Melebihi
c. TSS	mg/l	50	46,40	OK
d. Kekeruhan	NTU	5-25	44,8	Melebihi
- Kualiatas Air Baku outlet Kekeruhan	NTU	5-25	30,65	Melebihi
- Efisiensi Penurunan zat organik				
a. BOD	%		41,9	
b. COD	%		39,2	
c. TSS	%		75,4	

Analisis Kinerja Bangunan Prasedimentasi Dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS
Pada Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Sidoarjo
Maria Mustika Ningrum, Kustamar, Hery Setyobudiarso

- Penurunan zat organik				
a. BOD	mg/l		11,354	
b. COD	mg/l		5,7171	
c. TSS	mg/l		1,447	
Dimensi				
- Zona Inlet & Outlet				
Rasio P:L:H:kedalaman	m/@ bak		10:0,8:6	
- Zona hidrolis dimensi Persegi Panjang				
Rasio P:L:H:Kedalaman	m/@ bak		10:4,1:6:5,5	
Waktu Detensi (Td)	Jam	12-24	12	OK
Surfact loading (Vo)	m ³ /m ² .day	30-45	37,078	OK
BOD Loading rate			0,1322	
Food to microorganism ratio (F/M)	kg BOD/kg MLSS	0,2-0,5	29,914	
Debit lumpur (Q _{lumpur})	m ³ /hari		1,0752	
Volume produksi lumpur	m ³		161,28 m ³	
Hdraulic retention time (HRT)	jam	16-36	3,5408	Tidak
Sludge Volume Index (SVI)	mg/l	100-150	1326,8	Melebihi

Sumber: Hasil Perhitungan Evaluasi Bangunan Prasedimentasi Eksisting

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1) beberapa parameter melebihi standar baku mutu air baku kelas I Peraturan Pemerintah No. 80 Tahun 2001. Untuk memaksimalkan kualitas air baku maka dilakukan solusi alternatif menggunakan biofilter berupa Batu pecah, Crossflow, dan Bio-Ball.



Gambar 2. Media Biofilter Batu Pecah, Crossflow dan Bio-Ball

Sumber: Said, (2005: 7)

3.2. Peningkatan Kinerja dengan Menggunakan Media Biofilter Alternatif

Tabel 2. Efisiensi Penurunan BOD, COD, dan TSS Pada Biofilter Alternatif Terhadap Waktu Hidrolisis

Media Biofilter	Parameter	Efisiensi Penurunan Total (%)				
		35 jam	48 jam	61 jam	74 jam	87 jam
Batu pecah	BOD	74,70%	76,86%	79,03%	81,22%	86,44%
	COD	67,56%	69,24%	70,92%	72,60%	81,72%
	TSS	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%
Crssflow	BOD	77,93%	82,92%	87,91%	92,90%	94,99%
	COD	76,03%	80,90%	85,77%	90,64%	92,67%
	TSS	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%
Bio-ball	BOD	84,13%	85,89%	87,02%	91,42%	93,48%
	COD	74,82%	79,61%	84,40%	89,19%	91,20%
	TSS	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%	45,00%

Sumber: Hasil Perhitungan

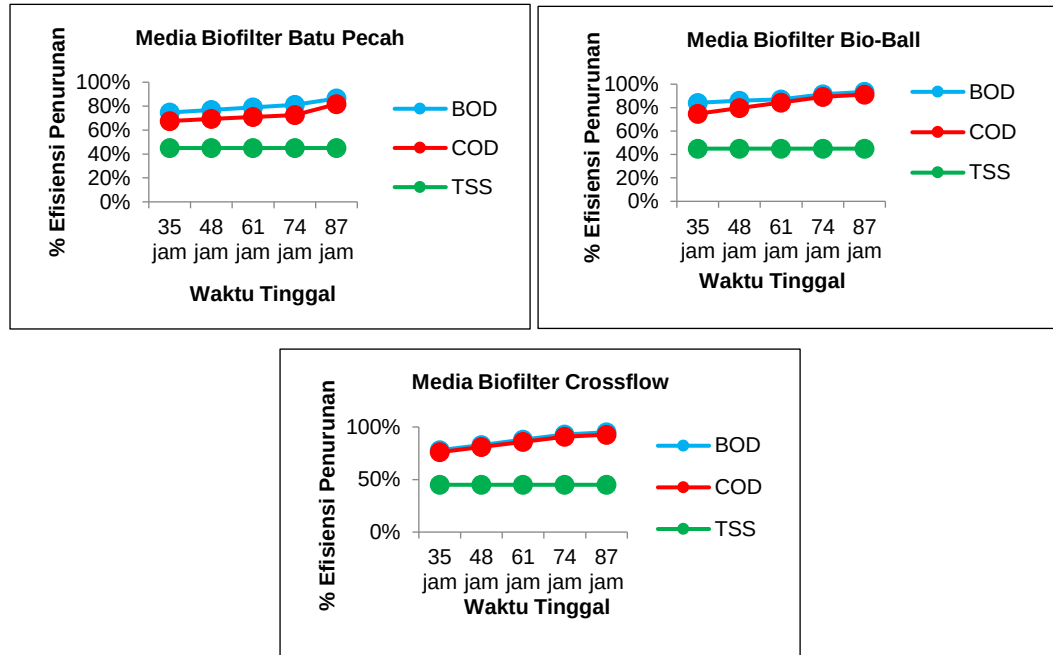
Tabel 3. Penurunan (mg/l) BOD, COD, dan TSS Pada Biofilter Alternatif Terhadap Waktu Hidrolisis

Media Biofilter	Parameter	Penurunan Total (mg/l)				
		35 jam	48 jam	61 jam	74 jam	87 jam
Batu pecah	BOD	4,945	4,523	4,098	3,671	2,649
	COD	3,192	3,027	2,862	2,697	1,798
	TSS	3,231	3,231	3,231	3,231	3,231
Crssflow	BOD	4,313	3,338	2,362	1,387	0,979
	COD	2,359	1,88	1,401	0,921	0,721
	TSS	3,231	3,231	3,231	3,231	3,231
Bio-ball	BOD	3,1	2,757	2,537	1,676	1,275

Analisis Kinerja Bangunan Prasedimentasi Dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS
Pada Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Sidoarjo
Maria Mustika Ningrum, Kustamar, Hery Setyobudiarso

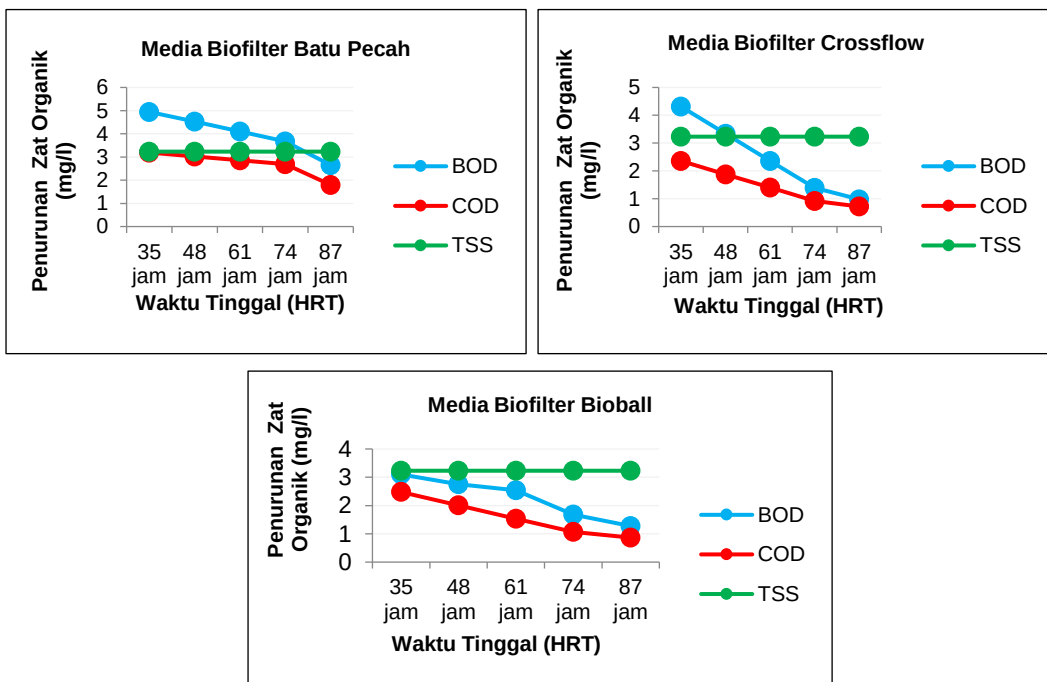
	COD	2,478	2,006	1,535	1,064	0,866
	TSS	3,231	3,231	3,231	3,231	3,231

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 3. Grafik efisiensi (%) Penurunan BOD, COD, dan TSS pada media biofilter alternatif terhadap waktu hidrolisis

Dari hasil penelitian (Gambar 3), bahwa waktu tinggal hirolisis (35 jam, 48 jam, 61 jam, 74 jam dan 87 jam) memiliki pengaruh terhadap efisiensi penurunan BOD, COD, dan TSS, terhadap biofilter Batu Pecah, *Crossflow*, dan Bioball. semakin lama waktu kontak antara limbah cair dengan media maka akan berpengaruh semakin besar efisiensi penyisihan zat organik (Parasmita et al., 2013). Namun waktu tinggal hirolisis tidak memiliki pengaruh terhadap efisiensi penurunan zat organik TSS.



Gambar 4. Grafik penurunan (mg/l) BOD, COD, dan TSS pada media biofilter alternatif terhadap waktu hidrolisis

Analisis Kinerja Bangunan Prasedimentasi Dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS
Pada Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Sidoarjo
Maria Mustika Ningrum, Kustamar, Hery Setyobudiarso

Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 4), bahwa waktu tinggal hidrolisis memiliki pengaruh terhadap penurunan zat organik (mg/l), semakin lama waktu kontak antara limbah cair dengan media maka akan berpengaruh semakin kecil Penurunan zat organik (mg/l).

3.3. Peningkatan Kinerja Bangunan Prasedimentasi pada Efektifitas Waktu Hidrolisis

%efisiensi penyisihan BOD					
Duncan ^{a,b}					
waktu tinggal (jam)	N	Subset			
35 jam	9	78.9189			
48 jam	9	81.8900	81.8900		
61 jam	9		84.6511	84.6511	
74 jam	9			88.5133	88.5133
87 jam	9				91.6356
Sig.		.163	.194	.072	.143
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 19.628. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000. b. Alpha = 0.05.					

%efisiensi penyisihan COD					
Duncan ^{a,b}					
waktu tinggal (jam)	N	Subset			
35 jam	9	72.4711			
48 jam	9	76.5833	76.5833		
61 jam	9		80.3644	80.3644	
74 jam	9			84.1433	84.1433
87 jam	9				88.5289
Sig.		.180	.217	.217	.153
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 40.805. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000. b. Alpha = 0.05.					

%efisiensi penyisihan TSS		
Duncan ^{a,b}		
waktu tinggal (jam)	N	Subset
48 jam	9	44.9989
35 jam	9	44.9989
61 jam	9	45.0000
74 jam	9	45.0022
87 jam	9	45.0022
Sig.		.993
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = .495. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000. b. Alpha = 0.05.		

Gambar 5. Output uji Anova *Two Way* penentuan waktu tinggal hidrolisis terbaik pada media alternatif biofilter terhadap efisiensi (%) penurunan zat organik BOD, COD, dan TSS

Hasil pengujian statistik (Gambar 5) dapat di simpulkan bahwa waktu tinggal hidrolisis terbaik dalam proses efisiensi (%) penurunan BOD, COD, dan TSS adalah 87 jam.

3.4. Peningkatan Kinerja Bangunan Prasedimentasi dengan Media Biofilter Terbaik

%efisiensi penyisihan BOD				
Duncan ^{a,b}				
media biofilter	N	Subset		
batu pecah	3	86.4367		
bio-ball	3		93.4800	
crossflow	3			94.9900
Sig.		1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = .235. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000. b. Alpha = .05.				

%efisiensi penyisihan COD				
Duncan ^{a,b}				
media biofilter	N	Subset		
batu pecah	3	81.7167		
bio-ball	3		91.2000	
crossflow	3			92.6700
Sig.		1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = .079. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000. b. Alpha = 0.05.				

%efisiensi penyisihan TSS		
Duncan ^{a,b}		
media biofilter	N	Subset
batu pecah	3	45.0000
bio-ball	3	45.0000
crossflow	3	45.0033
Sig.		.997
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = .770. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000. b. Alpha = 0.05.		

Gambar 6. Output uji Anova *Two Way* penentuan media biofilter terbaik pada waktu tinggal hidrolisis 87 jam terhadap efisiensi (%) penurunan zat organik BOD, COD, dan TSS

Pada pengujian statistik (Gambar 6) dengan uji Anova *Two Way*, bahwa media biofilter memiliki pengaruh terhadap efisiensi (%) penurunan zat organik. Dapat disimpulkan dari hasil pengujian tersebut media *Crossflow* adalah yang terbaik dan efektif dalam penurunan zat organik.

3.5. Perhitungan Penurunan Zat Organik Pada Biofilter Crossflow Pada Waktu Hidrolisis 87 Jam

Media *Crossflow* merupakan media dengan luas permukaan 150-240 m²/m³, memiliki berat 30 – 35 kg/m³, dan porositas rongga 98%. Selain itu mempunyai kekuatan mekanik (*mechanical strength*) yang cukup besar mencapai lebih dari 2000 lbs. per sq.ft, Berikut perhitungan kebutuhan media biofilter:

Q_{air baku} = 12.384 m³/hari
TSS masuk = 5,875 mg/liter
COD masuk = 9,840 mg/liter
BOD masuk = 19,542 mg/liter
HRT = 87 jam
Jumlah bak = 3 buah
Luas porositas media = 98% (Said, 2005)
Luas spesifik media = 150-240 m²/m³
% solid dalam lumpur = 5%
Specific gravity (Sg) = 1,02
pair = 1000 kg/m²

– Perhitungan removal
f-temp (temp < 30°C) = ((temp-25) x 0,08/5)+1 (Sasse, 1998)
= ((2-25) x 0,08/5)+1
= 1,048
f-strenght = COD in x 0,17/3000+0,87 (Sasse, 1998)
= 9,84 x 0,17/3000+0,87
= 0,87056
= 87,056%

Analisis Kinerja Bangunan Prasedimentasi Dalam Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS
Pada Instalasi Pengolahan Air Siwalan Panji Sidoarjo
Maria Mustika Ningrum, Kustamar, Hery Setyobudiarso

f-HRT	= ((HRT-33) x 0,03/9)+0,67 (Sasse, 1998)
	= ((28-33) x 0,03/9)+0,67
	= 0,850
f-surface	= 1,06 (<i>Plotting grafik hubungan luas permukaan spesifik media dengan penurunan COD</i> (Sasse, 1998))
COD removal	= f-temp x f-strenght x f-HRT x f-surface (1+(n x 0,04))
	= 1,048 x 0,87056 x 0,850 x 1,06 x (1+(3 x 0,04))
	= 0,92674
	= 92,674%
COD removal ≥ 85%	= 1,025 (<i>Plotting grafik rasio COD</i> (Sasse, 1998))
BOD removal	= COD removal ≥ 85% x COD removal
	= 0,92674 x 1,025
	= 0,94991
	= 94,99%
COD out	= COD in x (1-COD removal)
	= 9,84 mg/l x (1-0,92674)
	= 0,72083 mg/l
BOD out	= BOD in x (1-BOD removal)
	= 19,5 mg/l x (1-0,94991)
	= 0,97879 mg/l
SS _{setfeable} /COD ratio	= 0,45
TSS tersisihkan	= SS setfeable/COD ratio x (TSS in)
	= 0,45 x 5,875 mg/l
	= 2,64375 mg/l
TSS out	= TSS in – TSS tersisihkan
	= 5,875 mg/l – 2,64375 mg/l
	= 3,23125 mg/l
Removal TSS	= TSS tersisihkan/TSS in x 100%
	= 45,00%
- Perhitungan beban BOD	
BOD	= Qair baku x BOD masuk
	= 12.384 m ³ /hari x 19,542 mg/liter
	= 242008 g/hari
	= 242,01 kg/hari
- Menghitung Media Biofilter yang dibutuhkan	
Standar beban BOD untuk <i>high rate</i> dengan <i>packing</i> material berupa <i>plastic</i> adalah 0,6–3,2 kg BOD/ m ³ .hari menurut (Eddy et al., 2003: 893), direncanakan dengan standar beban BOD yang akan digunakan adalah 0,7 kg BOD/ m ³ .hari	
Volume media biofilter	= beban BOD / standar beban BOD
	= 242,01 kg/hari / 3 kg BOD/ m ³ .hari
	= 80,669 m ³
- Perencanaan media biofilter	
Volume media biofilter tiap ruang 50% yang digunakan pada 3 bak, satu media biofilter dengan tipe <i>Crossflow</i> atau sarang tawon memiliki volume 0,36 m ³ dengan ukuran standar 1,2 x 0,5 x 0,6 m, sehingga jumlah media biofilter yang diperlukan adalah:	
Volume @bak	= 50% x volume media filter (m ³)
	= 50% x 80,669 m ³
	= 40,335 m ³
n	= 40,335m ³ / 0,36
	= 112 buah
- Perhitungan produksi lumpur	
Massa COD in	= Q air baku x COD in
	= 121,86 kg/hari
Massa COD out	= massa COD in x (1-COD removal)
	= 121,86 kg/hari x (1-0,92674)
	= 8,9268 kg/hari
Massa COD tersisihkan	= massa COD in – massa COD tersisihkan
	= 121,86 kg/hari - 8,9268 kg/hari
	= 112,93 kg/hari
Synthesis Yield (Y)	= 0,06 g VSS/g COD

Massa COD _{VSS}	= 1,42 x Y x Massa COD tersisihkan = 1,42 x 0,06 g VSS/g COD x 112,93 kg/hari = 96,2179 kg/hari
Massa COD _{TSS}	= massa COD _{VSS} / 0,85 = 96,2179 kg/hari / 0,85 = 113,198 kg/hari
Debit lumpur	= Massa COD _{TSS} / (5% x Sg x pair) = 113,198 kg/hari / (5% x 1,025 x 1000) = 2,209 m ³ /hari

Waktu pengurasan direncanakan 3 kali dalam setahun, dan untuk pembersihan media *Crossflow* direncanakan dilakukan pembersihan 3 kali dalam setahun dengan cara menyemprotkan media dengan air menggunakan pompa air bertekanan.

Kesimpulan

Hasil evaluasi kualitas air baku tidak memenuhi standar baku mutu PP No. 80 Tahun 2001 peruntukan air baku kelas I, pada parameter kekeruhan rerata tahun 2010 9,352 NTU setiap tahun mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2020 mencapai 35,77 NTU, BOD 19,5 mg/l, COD 9,84 mg/l dan TSS 5,875 mg/l, selanjutnya belum maksimal kinerja bangunan prasedimentasi berpengaruh pada kualitas air dengan konsentrasi BOD 22,22 mg/l, COD 63,09 mg/l, TSS 46,40 mg/l dan parameter kekeruhan dari outlet bangunan prasedimentasi mencapai 30,65 NTU. Sebagai solusi dalam peningkatan kinerja bangunan prasedimentasi dalam pemenuhan kualitas air baku kelas I digunakan media biofilter seperti Batu pecah, *Crossflow*, dan Bio-Ball. Dari hasil pengolahan air baku menggunakan media biofilter Batu Pecah, *Crossflow*, Bio-Ball terhadap waktu tinggal hidrolisis, waktu efektif pada proses efisiensi (%) penurunan BOD, COD, dan TSS adalah pada 87 jam dengan keberhasilan penurunan pada biofilter Batu Pecah BOD 86,44%, COD 81,72%, TSS 45,00%, biofilter *Crossflow* BOD 94,99%, COD 92,67%, TSS 45,00%, biofilter Bio-Ball BOD 93,48%, COD 91,20%, dan TSS 45,00%. Pada waktu tinggal hidrolisis 87 jam kemampuan penurunan BOD, COD, dan TSS, yang terbaik adalah biofilter *Crossflow*, dengan nilai *subset* BOD 94,9900, COD 92,6700, dan TSS 45,000.

SARAN

Saran yang dapat diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Media bio-ball memiliki kemampuan penurunan zat organik hampir sama dengan media *crossflow*, namun pemilihan-pemilihan media biofilter perlu dilakukan pertimbangan dari aspek kekurangan dan kelebihan dalam penggunaan dan penempatannya.
2. Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian pada penurunan zat organik BOD, COD, dan TSS pada sistem pengolahan lanjutan.
3. Perlu adanya alat meter air untuk mengetahui akurasi jumlah kubikasi air baku yang masuk dari sungai menuju bangunan prasedimentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Eddy, M. & Burton, F. L., Stensel, H. D., & Tchobanoglous, G. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. McGraw Hill.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius.
- Kustamar, K., & Sudiro, S. (2017). Pembuatan Broncaptur Dan Tandon Air Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Air Bersih Pedesaan. Prosiding SENIATI, E33-1.
- Parasmita, B. N., Oktawian, W., & Hadiwidodo, M. (2013). Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter Bod5, Cod Dan Tss Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (*Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah*).
- Said, N. I. (2005). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Oleh : Nusa Idaman Said dan Ruliasih (Vol. 1).
- Sasse, L. (1998). *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries* DEWATS.
- Triarmadja, R. (2019). Teknik Penyediaan Air Minum Perpipaan. UGM PRESS.
- Wulandari, Lies K. (2019). Model Fisik Pengolahan Limbah Blackwater Pada Septictank Komunal. Dream Litera Buana.