



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

## Lampiran A

### Desain reaktor Rapid Sand Filter

Tabel A.1 Desain reaktor berdasarkan Debit dan Kecepatan

Debit m <sup>3</sup> /hari	Luas Area( m <sup>2</sup> )	Velocity (m/jam)	Volume (m <sup>3</sup> )
0.05	0.16	7,5	0.128

- Rumus yang digunakan untuk mencari debit berdasarkan pada volume air yang dihasilkan :

$$Q \text{ m}^3/\text{hari} = \frac{\text{Volume (L/org/hari)}}{1000}$$
$$Q \text{ m}^3/\text{det} = \frac{Q \text{ m}^3/\text{hari}}{86400}$$

- Berdasarkan jumlah pemakaian literatur Sehingga di dapatkan debit m<sup>3</sup>/det

$$Q \text{ m}^3/\text{hari} = \frac{60 \text{ (L/org/hari)}}{1000}$$
$$Q \text{ m}^3/\text{det} = \frac{0,06 \text{ m}^3/\text{hari}}{86400} = 6,9 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{det},$$

- Berdasarkan jumlah pemakaian sampling air bekas mandi rata-rata debit m<sup>3</sup>/det

$$Q \text{ m}^3/\text{hari} = \frac{50 \text{ (L/org/hari)}}{1000}$$
$$Q \text{ m}^3/\text{det} = \frac{0,05 \text{ m}^3/\text{hari}}{86400} = 5,7 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{det},$$

- Untuk mencari luas area reaktor RSF digunakan rumus :

$$a = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$
$$a = 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^2$$

- Untuk menentukan kecepatan reaktor RSF digunakan rumus

$$Q = a \times V$$
$$0,05 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,16 \text{ m}^2 \times V$$

$$V = \frac{Q}{a}$$

$$V = \frac{0,05 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,16 \text{ m}^2} = 0,3125 \text{ m/hari}$$

$$= 7,5 \text{ m/jam}$$

- Untuk menentukan jumlah reaktor yang akan digunakan :

$$N = 12 \times Q \text{ m}^3/\text{det}^{0,5}$$

$$N = 12 \times (5,7 \times 10^{-7})^{0,5} \text{ m}^3/\text{det},$$

$$= 0,009 \text{ unit.}$$

**Tabel A.2 kriteria desain rapid sand filter**

No.	Unit	Saringan biasa (Gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan	Saringan bertekanan
1.	Jumlah bak saringan	$N = 12 Q^{0,5}$	Minimum 5 bak	-
2.	Kecepatann penyaringan (m/jam)	6 - 11	6 - 11	12 - 33
3.	Media pasir			
	a. Tebal (mm)	300 - 700	300 - 700	300 - 700
	b. Media ganda	300 - 600	300 - 600	300 - 600
	c. ES	0,3 - 0,7	0,3 - 0,7	-
	d. UC	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4
4.	Media antransit			
	a. Tebal (mm)	400 - 500	400 - 500	400 - 500
	b. ES	1,2 - 1,8	1,2 - 1,8	1,2 - 1,8
	c. UC	1,5	1,5	1,5
5.	Bottom filter			
	a.kedalaman (mm)	80 - 100	80 - 100	-
	Ukuran butir (mm)	2 - 5	2 - 5	-

**Tabel A.3 Analisis timbulan limbah**

	faktor pemakaian	volume dalam 1 hari
penggunaan/hari	2 kali	60 Liter



## Lampiran B

### Perhitungan distribusi media dengan Sieve Test

Untuk mencari stock sand diperlukan melakukan sieve test yang berfungsi untuk mengetahui berat tertahan pada mesh yang sudah ditentukan

**Tabel B.1 Tes ayakan media zeolit**

NO	NO Mesh	berat tertahan	berat akumulasi (%)
1	8	531	100
2	10	339	46.9
3	12	78	13
4	16	32	5.2
5	20	15	2
6	pan	9	0.5

**Tabel B.2 Tes ayakan media karbon aktif**

NO	NO Mesh	berat tertahan	berat akumulasi (%)
1	8	650	99.8
2	10	201	34.8
3	12	78	14.7
4	16	42	6.9
5	20	21	2.4
6	pan	3	0.3

**Tabel B.3 Tes ayakan media pasir**

NO	NO Mesh	berat tertahan	berat akumulasi (%)
1	8		98.3
2	10	4	98.3
3	12	294	97.9
4	16	536	68.1
5	20	142	14.9

6	40	6	0.7
7	pan	1	0.1

**Tabel B.4 Hasil perhitungan butiran media yang digunakan**

Media	Butiran mm	d10	U	d60	60%	P use	pf	Pc	ukuran kecil	ukuran besar
Karbon	0.7	0.6	1.5	1.05	0.75	0.3	0.57	0.13	0.65	1
Pasir	0.58	0.4	1.5	0.87	0.65	0.5	0.35	0.15	0.5	0.9
Zeolit	0.81	0.75	1.6	1.296	0.8	0.1	0.74	0.16	0.7	0.85

Untuk menghitung butiran media yang akan digunakan maka di cari terlebih dahulu nilai UC. Nilai UC didapatkan dengan melihat kriteria desain :

**Tabel B.5 kriteria deain *mix medium***

Karakteristik		Nilai	
		Rentang	Tipikal
multi media			
Anthrasit			
a	Kedalaman (mm)	420 - 530	460
b	ES (mm)	0,95 - 1	1
c	UC	1,55 - 1,75	<1,75
Pasir			
a	Kedalaman (mm)	150 - 230	230
b	ES (mm)	0,45 - 0,55	0,5
c	UC	2,5 - 2,6	1,6
Garnet			
a	Kedalaman (mm)	75 - 155	75
b	ES (mm)	0,2 - 0,35	0,2
c	UC	1,6 - 2	<1,6
kecepatan filtrasi (l/det - m2)		2,72 - 6,8	4,08

Media karbon aktif didapatkan dari stock sand adalah :

Diketahui :

- $d_{10}$  (Ukuran butiran stock sand)  $0,7 \text{ mm} = 0,07 \text{ cm}$
- UC 1,5

$$d_{60} = UC(d_{10})$$

$$d_{60} = 1,5 (0,07) = 0,105 \text{ cm} / 1,05 \text{ mm}$$

- $d_{60}$  1,05 mm
- Pst60 75%
- Pst10 60 %

$$P_{use} = 2 (Pst_{60} - Pst_{10})$$

$$P_{use} = 2 (75\% - 60\%) = 30 \% / 0,3$$

$$P_f = Pst_{10} - 0,1 P_{use} = Pst_{10} - 0,2 (Pst_{60} - Pst_{10})$$

$$= 60\% - 0,2(75\% - 60\%)$$

$$= 57 \%$$

Dengan demikian diinginkan untuk menghilangkan 57% dari ukuran pasir terkecil yaitu pasir dengan ukuran 0,65 mm.

$$P_c = 100 - P_f - P_{use}$$

$$P_c = 100 - 57 \% - 30\%$$

$$= 13 \%$$

Jadi 13 % ukuran pasir terbesar yang harus dibuang atau ukuran pasir di atas 1 mm dihilangkan.

## Lampiran C

Konsentrasi penurunan parameter kekeruhan media sebelum *mix medium*.

**Tabel C.1. Konsentrasi penurunan kekeruhan media pasir**

	Ketebalan 18 cm						Ketebalan 21 cm					Ketebalan 15 cm				
	Menit	Inlet	sampel	Outlet	NTU	Removal	inlet	sampel	Outlet	NTU	Removal	inlet	sampel	Outlet	NTU	Removal
1	2	65	a1	17.12	NTU	0.7366	60	a1	30.91	NTU	0.4848	63	a1	24.35	NTU	0.6135
2	2	65	a2	17.17	NTU	0.7358	60	a2	30.91	NTU	0.4848	63	a2	25.10	NTU	0.6016
3	5	65	b1	27.79	NTU	0.5725	60	b1	27.26	NTU	0.5457	63	b1	33.87	NTU	0.4624
4	5	65	b2	27.50	NTU	0.5769	60	b2	27.26	NTU	0.5457	63	b2	33.26	NTU	0.4721
5	8	65	c1	36.49	NTU	0.4386	60	c1	19.59	NTU	0.6735	63	c1	34.23	NTU	0.4567
6	8	65	c2	38.89	NTU	0.4017	60	c2	19.59	NTU	0.6735	63	c2	35.84	NTU	0.4311
7	11	65	d1	38.04	NTU	0.4148	60	d1	17.22	NTU	0.713	63	d1	28.99	NTU	0.5398
8	11	65	d2	38.93	NTU	0.4011	60	d2	17.22	NTU	0.713	63	d2	30.29	NTU	0.5192
9	15	65	e1	26.28	NTU	0.5958	60	e1	19.90	NTU	0.6683	63	e1	24.86	NTU	0.6054
10	15	65	e2	26.84	NTU	0.5871	60	e2	19.90	NTU	0.6683	63	e2	23.39	NTU	0.6287
11	20	65	f1	24.40	NTU	0.6246	60	f1	20.59	NTU	0.6568	63	f1	19.92	NTU	0.6838
12	20	65	f2	24.97	NTU	0.6158	60	f2	20.59	NTU	0.6568	63	f2	20.22	NTU	0.679
13	25	65	g1	20.53	NTU	0.6842	60	g1	21.27	NTU	0.6455	63	g1	20.40	NTU	0.6762
14	25	65	g2	20.09	NTU	0.6909	60	g2	21.27	NTU	0.6455	63	g2	18.9	NTU	0.7005



**Tabel C.2. Konsentrasi penurunan kekeruhan media zeolit**

menit	18 cm					21 cm					15 cm				
	inlet	sampel	outlet	NTU	efisiensi	inlet	sampel	outlet	NTU	efisiensi	inlet	sampel	outlet	NTU	efisiensi
2	85	a1	15.00	NTU	0.823529	71	a1	27.97	NTU	0.60606	61	a1	32.06	NTU	0.47443
2	85	a2	13.80	NTU	0.837647	71	a2	30.58	NTU	0.5693	61	a2	30.15	NTU	0.50574
5	85	b1	22.79	NTU	0.731882	71	b1	26.61	NTU	0.62521	61	b1	27.85	NTU	0.54344
5	85	b2	21.67	NTU	0.745059	71	b2	25.20	NTU	0.64507	61	b2	27.91	NTU	0.54246
8	85	c1	24.01	NTU	0.717529	71	c1	25.20	NTU	0.64507	61	c1	23.56	NTU	0.61377
8	85	c2	22.84	NTU	0.731294	71	c2	25.25	NTU	0.64437	61	c2	23.28	NTU	0.61836
11	85	d1	21.48	NTU	0.747294	71	d1	23.94	NTU	0.66282	61	d1	20.16	NTU	0.66951
11	85	d2	22.32	NTU	0.737412	71	d2	23.27	NTU	0.67225	61	d2	20.45	NTU	0.66475
15	85	e1	19.59	NTU	0.769529	71	e1	23.27	NTU	0.67225	61	e1	18.46	NTU	0.69738
15	85	e2	18.30	NTU	0.784706	71	e2	19.00	NTU	0.73239	61	e2	19.58	NTU	0.67902
20	85	f1	17.21	NTU	0.797529	71	f1	16.58	NTU	0.76648	61	f1	19.39	NTU	0.68213
20	85	f2	17.48	NTU	0.794353	71	f2	15.62	NTU	0.78	61	f2	18.52	NTU	0.69639
25	85	g1	18.05	NTU	0.787647	71	g1	16.25	NTU	0.77113	61	g1	16.53	NTU	0.72902
25	85	g2	17.86	NTU	0.789882	71	g2	14.89	NTU	0.79028	61	g2	15.97	NTU	0.7382
	efisiensi rata-rata				0.771092	efisiensi rata-rata				0.68448	efisiensi rata-rata				0.63247

## Lampiran D

**Konsentrasi parameter TSS, Kekерuhan, COD, dan BOD *mix medium*.**

**Tabel D.1 Konsentrasi TSS**

no	sampel	running dengan pengendapan		TSS mg/L
		Awal	akhir	
1	S1	1.2432	2.1634	86.5360
2	S2	1.2481	1.2495	49.9800
3	S3	1.2022	1.2081	48.3240
4	S4	1.2443	1.2474	49.8960
5	S5	1.2358	1.2374	49.4960

$$TSS \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{Volume\ contoh\ uji(mL)}$$

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

Contoh perhitungan pada TSS pada inlet dengan Volume uji 25 ml

$$TSS \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{((1,2432 + 2,1634) - 1,2432) \times 1000}{25(mL)} = 85,536\ mg/L$$

**Tabel D.2 Konsentrasi kekeruhan**

NO	RUNNING FILTER MEDIA GABUNGAN					
	Menit	Inlet NTU	Sampel	Outlet	NTU	Removal %
1	0	88	S1	88.00	NTU	0
2	5	88	S2	9.39	NTU	89.329545
3	15	88	S3	12.25	NTU	86.079545
4	25	88	S4	12.89	NTU	85.352273
5	35	88	S5	12.79	NTU	85.465909
efisiensi rata-rata						86.556818

**Tabel D.3 Konsentrasi COD**

Sampel	Absorbansi	Absorbansi	Absorbansi	Rata-rata	mg/L
s1	0,075	0,099	0,159	0.123	285
s2	0,210	0,105	0,075	0.130	302.5
s3	0,231	0,058	0,058	0.101	230
s4	0,214	0,150	0,052	0.117	270
s5	0,249	0,047	0,087	0.118	272.5

Sampel	Absorbansi	mg/L
s1	0.123	285
s2	0.130	302.5
s3	0.101	230
s4	0.117	270
s5	0.118	272.5

$$Y = bx+a$$

$$Y = \text{Absorbansi}$$

$$b = 0,0004$$

$$a = 0,009$$

Contoh perhitungan COD pada sampel S1 :

$$0,123 = 0,0004 x + 0,009$$

$$X = \frac{Y-a}{b}$$

$$X = \frac{0,123-0,009}{0,0004} = 285 \text{ mg/L}$$

**Tabel D.4 Konsentrasi BOD**

BOD												
	Vc	Ao	DO0(mg/L)	A5	DO5 (mg/L)	Nna2	winkler	F	BOD (mg/L)		K	P
blanko	50	1.70	6.02416107	2	7.0872483	0.022	300	1.006711	151.3128		0.99	100
sampel	50	1.53	5.42174497	1.4	4.9610738	0.022	300	1.006711				
	Vc	Ao	DO0(mg/L)	A5	DO5 (mg/L)	Nna2	winkler	F	BOD (mg/L)		K	P
blanko	50	1.70	6.02416107	2	7.0872483	0.022	300	1.006711	193.8362		0.99	100
sampel	50	1.75	6.20134228	1.5	5.3154362	0.022	300	1.006711				
	Vc	Ao	DO0(mg/L)	A5	DO5 (mg/L)	Nna2	winkler	F	BOD (mg/L)		K	P
blanko	50	1.70	6.02416107	2	7.0872483	0.022	300	1.006711	122.9638		0.99	100
sampel	50	1.55	5.49261745	1.5	5.3154362	0.022	300	1.006711				
	Vc	Ao	DO0(mg/L)	A5	DO5 (mg/L)	Nna2	winkler	F	BOD (mg/L)		K	P
blanko	50	1.70	6.02416107	2	7.0872483	0.022	300	1.006711	140.6819		0.99	100
sampel	50	1.60	5.66979866	1.5	5.3154362	0.022	300	1.006711				
	Vc	Ao	DO0(mg/L)	A5	DO5 (mg/L)	Nna2	winkler	F	BOD (mg/L)		K	P
blanko	50	1.70	6.02416107	2	7.0872483	0.022	300	1.006711	140.6819		0.99	100
sampel	50	1.90	6.73288591	1.8	6.3785235	0.022	300	1.006711				



Contoh perhitungan *dissolve oxygen* S1 pada sampel air bekas mandi.

$$\text{Oksigen Terlarut } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{1,53 \times 0,022 \times 8000 \times 1,006711}{50} = 5,42 \text{ mg/L}$$

V = mL  $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$  (volume titrasi)

N = Normalitas  $\text{Na}_2 \text{S}_2 \text{O}_3$  (0,022)

F = faktor (Volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi  $\text{Mn}_2 \text{SO}_4$  dan alkali iodide azida)

Perhitungan BOD pada sampel air bekas mandi S1 :

Diketahui

$$K = 0,99$$

$$P = 100$$

$$\text{BOD} = ((\text{DO0 sampel} - \text{DO5 sampel}) - (K * (\text{DO0 blanko} - \text{DO5 blanko}))) * P$$

$$\text{BOD} = ((5,42 - 4,96) - (0,99 * (6,02 - 7,08))) * 100$$

$$\text{BOD} = 151,31 \text{ mg/L}$$

## Lampiran E

**Tabel E.1 t Test media**

No	Media	Ketebalan (cm)	t hitung	t $\alpha$ 0,05	Kesimpulan
1	Pasir	15 dan 18	0.013521	1.895	tidak signifikan
		15 dan 21	-1.05991	1.895	tidak signifikan
		18 dan 21	-0.70126	1.895	tidak signifikan
2	Zeolit	15 dan 18	-3.68645	1.895	Signifikan
		15 dan 21	-3.47958	1.895	Signifikan
		18 dan 21	-2.98807	1.895	Signifikan

**Tabel E.2 t Test mix media dengan media pasir dan zeolit**

No	Media	t hitung	t $\alpha$	Kesimpulan
1	Gabungan Zeolit	3.69905	2.920	signifikan
2	Gabungan Pasir	3.43282	2.920	signifikan
3	Pasir Zeolit	0.95887	2.920	tidak signifikan

**Tabel E.3 t Test media pasir 15 dan 18, 15 dan 21.**

15 dan 18						15 dan 21					
d	d2	d	s	n	RK	d	d2	d	s	n	RK
12.8691087	165.61396	0.045644	8.931493	7	0.013521	12.27063	150.5685	-5.0381	12.57615	7	-1.05991
10.7470085	115.49819				0.494825	-7.84444	61.53531				0.164989
-2.37350427	5.6335225					-22.9611	527.2126				
-12.1600733	147.86738					-18.3476	336.6351				
-2.56376679	6.5729001					-5.12698	26.28597				
-6.11978022	37.45171					2.459524	6.049257				
-0.07948718	0.0063182					4.283333	18.34694				
0.31950549	478.64398					-35.2667	1126.634				

**Tabel E.4 t Test media pasir 18 dan 21.**

18 dan 21					
d	d2	d	s	n	RK
25.13974	632.0067	-4.99245	18.83587	7	-0.70126
2.902564	8.424878				0.254706
-25.3346	641.8427				
-30.5077	930.7193				
-7.69075	59.14765				
-3.66026	13.39748				



4.203846	17.67232				
-34.9472	2303.211				

**Tabel E.5 t Test media zeolit 15 dan 18, 15 dan 21.**

15 dan 18						15 dan 21					
d	d2	d	s	n	RK	d	d2	d	s	n	RK
-34.0506268	1159.4452	-13.8622	9.948836	7	-3.68645	-9.75941	95.24606	-5.20061	3.954367	7	-3.47958
-19.5519769	382.2798				0.005126	-9.219	84.99001				0.004746
-10.8346191	117.38897					-2.86527	8.209793				
-7.52217936	56.583182					-0.04041	0.001633				
-8.89209257	79.06931					-1.41272	1.995784				
-10.6678881	113.80384					-8.39771	70.5216				
-5.51581485	30.424213					-4.70977	22.1819				
-97.0351977	1938.9945					-36.4043	283.1468				

**Tabel E.6 t Test media zeolit 18 dan 21.**

18 dan 21					
d	d2	d	s	n	RK
-24.2912	590.0633	-8.66156	7.669282	7	-2.98807
-10.333	106.7704				0.250584

-7.96935	63.51047				
-7.48177	55.97693				
-7.47937	55.94098				
-2.27017	5.15369				
-0.80605	0.649713				
-60.6309	878.0654				

$$\bar{D} = E \frac{d}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{(n \sum Ed^2 - (\sum Ed)^2)}{n(n-1)}}$$

$$D = m_1 - m_0$$

$$RK = \frac{(\bar{d} - \bar{D})}{s/\sqrt{n}}$$



**Tabel E.7 t Test media gabungan dan media zeolit.**

MZ dan MG					
d	d <sup>2</sup>	d	s	n	RK
16.515	272.745225	9.36	4.38274	3	3.69905
8.885	78.943225				
2.68	7.1824				
28.08	358.87085				

**Tabel E.8 t Test media gabungan dan media pasir.**

MP dan MG					
d	d <sup>2</sup>	d	s	n	RK
17.87	319.3369	11.3	5.701482	3	3.432822
7.65	58.5225				
8.38	70.2244				
33.9	448.0838				

**Tabel E.9 t Test media zeolit dan media pasir.**

MZ dan MP					
d	d <sup>2</sup>	d	s	n	RK
1.355	1.836025	1.94	3.504315	3	0.958869
-1.235	1.525225				
5.7	32.49				
5.82	35.85125				

$$\bar{D} = E \frac{d}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{(n E d^2 - (E d)^2)}{n(n-1)}}$$

$$D = m_1 - m_2$$

$$RK = \frac{(d - \bar{D})}{s/\sqrt{n}}$$