

PENGARUH PENAMBAHAN TAWAS DAN KAPUR TERHADAP KECEPATAN PENGENDAPAN AIR RAWA

Netty Herawati

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Abstrak

Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang. Rawa merupakan sebutan untuk semua daerah yang tergenang air, yang penggenangannya dapat bersifat musiman ataupun permanen dan ditumbuhi oleh tumbuhan (vegetasi). Aerasi adalah proses membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara pengadukan dan penyemprotan udara ke dalam air. Pada penelitian ini dilakukan proses aerasi untuk mengurangi Fe yaitu dengan memberikan kontak dengan udara sebanyak-banyaknya agar $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan $(\text{OH})_4$ terbentuk dan terjadi pengendapan. Dari hasil data yang didapat pada saat penelitian dapat diketahui bahwa semakin lama waktu aerasi yang dilakukan maka waktu pengendapan yang dibutuhkan juga semakin kecil, serta semakin tinggi konsentrasi tawas dan konsentrasi kapur yang digunakan maka waktu pengendapan besar. Dalam penelitian ini didapatkan waktu aerasi yang optimum adalah 30 menit serta konsentrasi tawas dan konsentrasi kapur optimum adalah 1 gr/l dengan waktu pengendapan 1,52 menit.

Kata kunci : rawa, aerasi, konsentrasi, kapur, tawas

PENDAHULUAN

Air merupakan material yang paling berlimpah dimuka bumi ini. Air menutupi sekitar 70 persen dari muka bumi ini. Kehidupan hampir seluruhnya air, 50 sampai 97 persen dari seluruh berat tanaman dan hewan hidup dan sekitar 70 persen dari berat tubuh kita. Air juga merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup lainnya. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang. Aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air. Sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, antara lain menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama.

Air mempunyai sifat kimia melarutkan bahan kimia. *Abel wolman* menyatakan air rumusnya adalah : $\text{H}_2\text{O} + \text{X}$, dimana X merupakan zat-zat yang dihasilkan air buangan oleh aktivitas

manusia selama beberapa tahun. Dengan bertambahnya aktivitas manusia, maka faktor X tersebut dalam air akan bertambah dan menjadi gangguan bagi konsumen air.

Faktor X merupakan zat-zat kimia yang mudah larut dalam air dapat menimbulkan gangguan antara lain toksisitas dan reaksi-reaksi kimia yang dapat menyebabkan pengendapan yang berlebihan, timbulnya busa yang menetap yang sulit untuk dihilangkan, perubahan dari perwujudan fisik air. Dengan demikian dibutuhkan pengolahan air atau usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting artinya bagi air bersih, karena dengan adanya pengolahan ini, maka akan didapatkan air bersih yang memenuhi standar air bersih yang telah ditentukan. Dalam pengolahan air ini ada beberapa proses antara lain aerasi, flokulasi/koagulasi, filtrasi, sedimentasi, dan disinfeksi/klorinasi. Aerasi seringkali merupakan proses pokok yang utama dalam instalasi pengolahan. Selama aerasi berlangsung, zat-zat dihilangkan atau dimodifikasi sebelum zat-zat tersebut mengganggu proses-proses pengolahan lainnya.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mencari kecepatan pengendapan atas dasar perbedaan waktu aerasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari kecepatan pengendapan berdasarkan perbedaan waktu aerasi dan mengetahui kecepatan pengendapan berdasarkan perbedaan dosis kapur dan tawas. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kecepatan pengendapan berdasarkan perbedaan waktu aerasi dan jumlah kapur dan tawas.

TINJAUAN PUSTAKA

Air menutupi sekitar 70% permukaan bumi, dengan jumlah sekitar 1.368 juta km³ (Angel dan Wolseley, 1992). Air terdapat dalam berbagai bentuk, misalnya uap air, es cair, dan salju. Air tawar terutama terdapat di sungai, danau, air tanah (*ground water*), dan gunung es (*glacier*). Semua badan air di daratan dihubungkan dengan laut dan atmosfer melalui siklus hidrologi yang berlangsung secara kontinu.

Sumber-sumber air

Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi kebawah tanah. Sekitar 69% air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/salju (terutama untuk wilayah ugahari), dan sisanya berasal dari air tanah. Air permukaan ada 2 macam yakni :

1. Air sungai

Air yang dalam penggunaannya digunakan sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Debit yang tersedi untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih pada umumnya dapat mencukupi.

2. Air rawa/danau.

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning kecoklatan. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka umumnya kadar Fe dan Mn akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O₂ kurang sekali

(anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari.

Air Tanah

Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah terbagi atas :

1. Air tanah dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan. Lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal di mana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih.

Air tanah dangkal ini terdapat pada kedalaman 15 m. Sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Kuantitas kurang karena tergantung pada musim.

2. Air tanah dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga pada satu kedalaman antara 100 -300 m akan didapatkan suatu lapis air.

Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tak dapat keluar dengan sendirinya maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

Air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas bakteri. Susunan unsur kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$.

3. Mata air

Adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam. Berdasarkan keluarnya (munculnya ke permukaan tanah) terbagi atas :

- Rembesan, dimana air keluar dari lereng-lereng.
- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

Kualitas Air

Dari segi kualitas, air dapat diminum bila air tersebut memenuhi beberapa syarat. Syarat-syarat air dapat diminum dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 1. Syarat-syarat air dapat diminum

No	Unsur-unsur	Syarat-syarat				Keterangan
		Satuan	Minimum yang diperbolehkan	Maximum yang dianjurkan	Maximum yang diperbolehkan	
	I. Fisika					
1	Suhu	°C	-	-	Suhu udara	
2	Warna	Unit*	-	5	50	*Skala Pt-Co
3	Bau	-	-	-	-	Tidak
4	Rasa	-	-	-	-	berbau
5	Kekeruhan (turbidity)	Unit**	-	5	25	Tidak berasa
	II. Kimia					
6	Derajat keasaman (pH)					
7	Zat padat/jumlah	-	65	-	9,2	
8	Zat Organik (sebagai KmnO ₄)	mg/l	-	500	1500	**Skala silica
9	Karbon dioksida agresif (sebagai CO ₂)	mg/l	-	-	10	
10	Kesadahan jumlah	mg/l	-	-	0,0	***Zat kimia bersifat racun
11	Calsium (sebagai Ca)					
12	Magnesium (sebagai Mg)	°D	5	-	10	
13	Besi/jumlah (sebagai Fe)	mg/l	-	75	10	
14	Mangan (sebagai Mn)	mg/l	-	30	150	Martabat 6
15	Tembaga (sebagai Cu)	mg/l	-	0,1	0,1	
16	Zink (sebagai Zn)	mg/l	-	0,05	0,5	
17	Clorida (sebagai Cl)	mg/l	-	0,05	1,5	
18	Sulfat (sebagai SO ₄)	mg/l	-	1,00	15	
19	Sulfida (sebagai H ₂ S)	mg/l	-	200	600	
20	Fluorida (sebagai F)	mg/l	-	200	400	
21	Ammonia (sebagai NH ₄)	mg/l	-	-	0,0	
22	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/l	1,0	-	2,0	
23	Nitrit *** (sebagai NO ₂)	mg/l	-	-	0,0	
24	Phenilik *** (sebagai Phenol)	mg/l	-	-	20,0	
25	Arsen *** (sebagai As)	mg/l	-	-	0,0	
26	Timbal *** (sebagai Pb)	mg/l	-	0,001	0,002	
27	Selenium *** (sebagai Se)	mg/l	-	-	-	
28	Chromium *** (sebagai Cr)	mg/l	-	-	0,05	
29	Cyanida *** (sebagai Cn)	mg/l	-	-	0,10	
30	Cadmium *** (sebagai Cd)	mg/l	-	-	0,01	
31	Air raksa *** (sebagai Hg)	mg/l	-	-	0,05	
	III. Radioaktif					
32	Sinar alfa	mg/l	-	-	0,01	
33	Sinar beta				0,001	
	IV. Mikrobiologi					
34	Kuman-kuman parasitik	uc/ml	-	-	10 ⁻⁹	
35	Kuman-kuman pathogebik	uc/ml	-	-	10 ⁻⁸	
36	Perkiraan terdekat					
	Jumlah bakteri golongan Coli dalam 100ml contoh air	-	-	-	0,0	
		-	-	-	0,0	
		-	-	-	0,0	

(Sumber SNI 01-0220-1987)

Syarat-syarat kualitas air yang digunakan harus meliputi persyaratan fisik, kimia dan mikrobiologi.

Persyaratan Fisik

Air bisa dikatakan berkualitas baik bila telah memenuhi persyaratan fisik sebagai berikut :

1. Jernih atau tidak keruh
2. Tidak berbau
3. Tidak berasa
4. Tidak berwarria
5. Temperatur normal
6. Tidak mengandung at padatan

Persyaratan Kimia

Air bisa dikatakan berkualitas baik apabila telah memenuhi persyaratan kimia sebagai berikut :

1. pH netral
pH yang efektif berkisar antara, 6,5-9,0. Apabila air memiliki deralat keasaman rendah dari standar maka air akan terasa asam dan bersifat korosif.
2. Kesadahan rendah
Rendahnya kesadahan apabila tidak terdapatnya garam-garam yaitu Ca dan Mg yang terlarut dalam air.
3. Tidak mengandung garam-garam atau ion-ion logam
Garam-garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Zn dan lain-lain yang dapat merusak kesehatan sehingga perlu dihilangkan terlebih dahulu.
4. Tidak mengandung bahan-bahan kimia beracun
Air yang masih mengandung bahan-bahan kimia beracun sangat berbahaya bagi manusia. Hendaknya bahan-bahan kimia seperti sianida, sulfida dan fenolik dihilangkan terlebih dahulu sehingga dapat dikatakan berkualitas.
5. Tidak mengandung bahan-bahan organik
Jika air mengandung bahan-bahan organik maka bahan organik tersebut akan terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan dan juga dapat menurunkan kualitas air. Bahan-bahan organik itu seperti NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} dan NO_2 .

Persyaratan Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah makhluk hidup yang berukuran mikrokopis dan dapat hidup diseluruh muka bumi. Jumlah mikrobiologi di dalam air cukup banyak untuk itulah air dapat dikatakan bersih apabila air memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Tidak mengandung bakteri patogen misalnya bakteri golongan *Coli*, *Salmonellotyphi*, *Vibria cholera* dan lain-lain.
2. Tidak mengandung nonpatogen, seperti *Anti nomycetes*, *Cladodera* dan lain-lain.

Pengolahan Air Bersih

Yang dimaksud pengolahan adalah usaha-usaha teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Hal ini penting artinya bagi air bersih, karena dengan adanya pengolahan ini maka, akan didapatkan air bersih yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Dalam pengolahan air ini dikenal beberapa proses,yaitu:

1. Aerasi

Aerasi adalah proses membawa air dan udara ke dalam kontak yang dekat, dengan cara pengadukan dan penyemprotan udara ke dalam air. Aerasi dilakukan untuk mengurangi Fe yaitu dengan memberikan kontak dengan udara sebanyak-banyaknya agar Fe(OH)_3 dan $(\text{OH})_4$ terbentuk dan terjadi pengendapan.

2. Koagulasi-flokulasi

Koagulasi dan Flokulasi diperlukan dalam proses pengolahan air, untuk menjadikan zat-zat tersuspensi dan zat-zat koloid yang tadinya saling terpisah menjadi saling bergabung membentuk flok, sehingga dengan mudah dapat dihilangkan. Partikel-partikel koloid tersebut mempunyai ukuran antara ukuran zat-zat padat terlarut (10^{-9} m) dengan zat-zat padat tersuspensi (10^{-6}).

Zat-zat yang umumnya dihilangkan dengan koagulasi-flokulasi adalah zat-zat penyebab kekeruhan dan warna air. Kekeruhan disebabkan oleh erosi tanah, pertumbuhan algae atau sisa/bangkai binatang yang terbawa aliran permukaan. Warna disebabkan oleh senyawa hasil penguraian zat organik, daun-daunan, atau tanah gambut.

Flokulasi adalah proses pengadukan lambat dan kontinu terhadap air yang diolah, dengan tujuan membentuk flok melalui agregasi partikel-partikel kecil (mikroflok) yang ada dalam air. Pada kondisi ini pembentukan flok harus mencapai bentuk yang mudah dihilangkan dengan cara pengendapan atau penyaringan.

3. Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses dimana air dibersihkan dengan cara melakukannya melalui material (media) berpori. Dalam proses penjernihan air minum diketahui 2 macam filtrasi yaitu: penyaringan pasir cepat dan penyaringan pasir lambat.

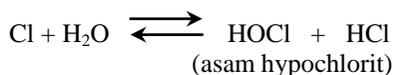
4. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pengendapan dan penghilangan partikel-partikel tersuspensi yang berlangsung bilamana air dibiarkan/didiamkan, atau air mengalir perlahan-lahan melalui suatu kolam/bak. Karena aliran air yang perlahan-lahan, turbulensi tidak terjadi/diabaikan, maka partikel-partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air, akan mengendap. Partikel-partikel tersebut pada akhirnya akan mengendap didasar bak membentuk lapisan lumpur.

Air yang keruh disebabkan oleh padatan yang berukuran besar atau padatan dengan berat jenis tinggi dapat dijernihkan dengan subsidence (pengendapan). Subsidence (pengendapan) adalah jalan yang murah, biasanya dilakukan sebelum penggumpalan (koagulasi).

5. Desinfeksi/khlorinasi

Syarat utama dari air minum bahwa harus bebas dari mikro organisme yang dapat menyebarkan sumber (penyakit) ke konsumen. Chlorination adalah proses dimana gas chlor atau senyawa-senyawa chlor seperti hipochlorit ditambahkan ke dalam air untuk tujuan membunuh kuman-kuman. Chlor juga berguna untuk menghilangkan rasa dan bau tertentu pada air. Hidrolisa chlor dalam larutan encer air ssebagai berikut:



HOCl yang timbul pada hidrolisa inilah yang menyebabkan sifat membunuh kuman-kuman dan sifat mengoksidasi dari larutan chlor. Organisme dirusak karena enzimnya bereaksi dengan HOCl.

METODELOGI

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu air baku, $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, aluminium sulfat, CaO Kapur tohor

Alat

Alat yang digunakan yaitu aerator, beaker glass 1000 ml, pipet ukur, stopwatch, neraca teknis, bak kaca (aquarium), pengaduk

Prosedur Penelitian

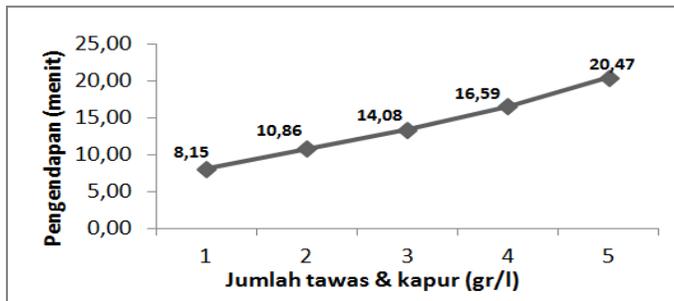
1. Ambil sampel air baku
2. Masukkan sampel air baku ke dalam bak kaca (aquarium)
3. Aerasi air yang ada di dalam bak kaca (aquarium)
4. Timbang kapur dan tawas masing-masing (1, 2, 3, 4, 5) gr/ltr
5. Siapkan 2 buah beker glass, isi dengan air baku sampai tanda 1 lt
6. Larutkan kapur dan tawas masing-masing ke dalam beker glass
7. Matikan aerator setelah 10 menit
8. Masukkan larutan kapur dan larutan tawas ke dalam bak kaca (aquarium) sambil diaduk hingga homogen
9. Amati waktu pengendapan dengan menggunakan stopwatch
10. Ulangi percobaan di atas dengan memvariasikan waktu aerasi (20,25,30,35) menit.
11. Ulangi percobaan diatas dengan memvariasikan waktu aerasi serta dosis kapur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 15 menit

No	Kons tawas (gr/l)	Kons.kapur (gr/l)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
			1	2	3	
1	1	1	6,59	7,70	9,79	8,15
2	2	2	10,38	10,51	11,69	10,86
3	3	3	13,46	13,85	14,92	14,08
4	4	4	16,21	16,49	17,06	16,59
5	5	5	20,06	20,36	20,98	20,49

Dari data yang didapat diatas dapat dibuat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



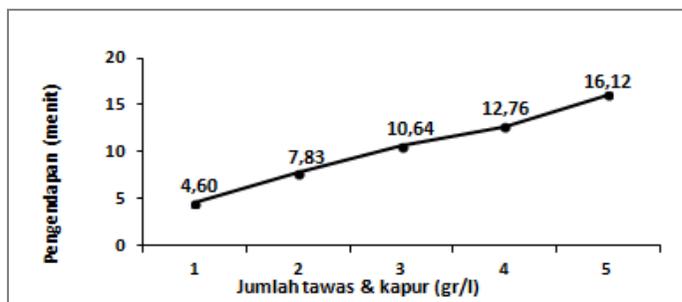
Gambar 1. Grafik pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 15 menit

Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah tawas dan kapur sangat berpengaruh pada waktu pengendapan. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada penggunaan tawas dan kapur sebanyak 1 gr/l waktu pengendapan yang dibutuhkan 6,59 menit sedangkan pada penggunaan tawas dan kapur 5 gr/l waktu pengendapan yang dibutuhkan 20,06 menit. Semakin tinggi jumlah tawas dan kapur maka semakin lama waktu pengendapan. Hal ini disebabkan karena dengan waktu aerasi 15 menit maka O_2 yang terlarut hanya sedikit sehingga banyak flok-flok yang terbentuk dengan ukuran yang kecil sehingga lama terjadi pengendapan karena gaya gravitasinya kecil.

Tabel 3. Pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 20 menit

No	Kons.tawas (gr/l)	Kons.kapur (gr/l)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
			1	2	3	
1	1	1	4,60	4,48	4,73	4,60
2	2	2	7,96	7,88	7,65	7,83
3	3	3	10,73	10,58	10,61	10,64
4	4	4	12,98	12,77	12,53	12,76
5	5	5	16,06	16,12	16,18	16,12

Data Tabel 2 dibuat grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.

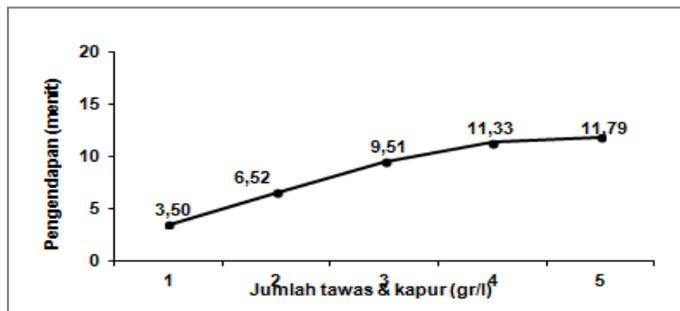


Gambar 2. Grafik pengaruh dosis tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 20 menit

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah tawas dan kapur yang digunakan sangat berpengaruh pada waktu pengendapan. Dari grafik dapat diketahui bahwa pada penggunaan tawas dan kapur 1 gr/l waktu pengendapan yang dibutuhkan 4,60 menit sedangkan pada penggunaan tawas dan kapur 5 gr/l waktu pengendapan yang dibutuhkan 16,12 menit. Semakin tinggi jumlah tawas dan kapur maka semakin lama waktu pengendapan. Ini disebabkan karena dengan waktu aerasi 20 menit maka O_2 yang terlarut hanya sedikit sehingga banyak flok-flok yang terbentuk dengan ukuran yang kecil sehingga lama terjadi pengendapan karena gaya gravitasinya kecil.

Tabel 4. Pengaruh dosis tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 25 menit

No	Kons.tawas (gr/l)	Kons.kapur (gr/l)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
			1	2	3	
1	1	1	3,64	3,30	3,56	3,50
2	2	2	6,52	6,68	6,37	6,52
3	3	3	9,20	9,49	9,83	9,51
4	4	4	11,42	11,22	11,34	11,33
5	5	5	11,87	11,68	11,81	11,79

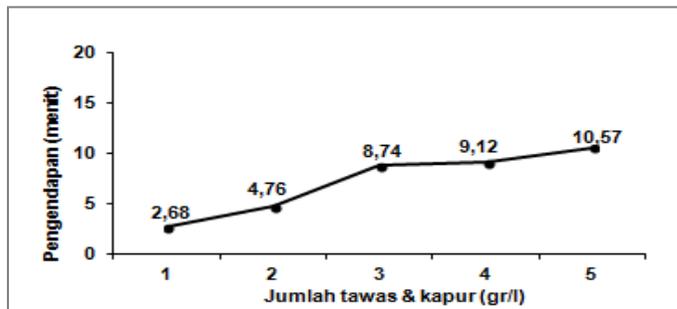


Gambar 3. Grafik pengaruh dosis tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 25 menit

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah tawas dan kapur sangat berpengaruh pada waktu pengendapan. Dari grafik diatas dapat dilihat pengaruh banyaknya kapur dan tawas pada lamanya pengendapan. Pada penggunaan tawas dan kapur sebanyak 1 gr/l, waktu pengendapan 3,50 menit sedangkan pada saat penggunaan tawas dan kapur sebanyak 5 gr/l membutuhkan waktu pengendapan selama 11,79 menit. Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa semakin tinggi jumlah tawas dan kapur yang digunakan pada proses penngendapan maka semakin lama pula waktu pengendapan yang dibutuhkan. Lamanya waktu pengendapan yang dibutuhkan pada waktu proses pengendapan disebabkan karena dengan waktu aerasi selama 25 menit maka O_2 yang terlarut hanya sedikit sehingga banyak flok-flok yang terbentuk dengan ukuran yang kecil sehingga lama terjadi pengendapan karena gaya gravitasinya kecil.

Tabel 5. Pengaruh dosis tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 30 menit

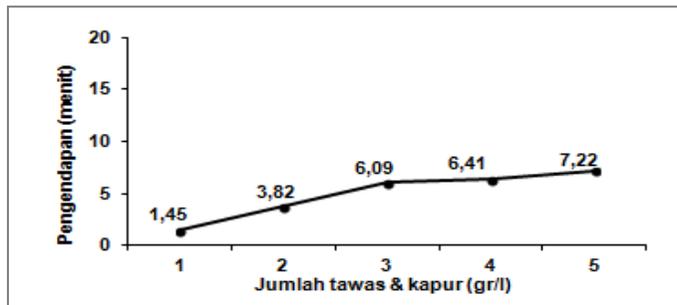
No	Kons.tawas (gr/l)	Kons.kapur (gr/l)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
			1	2	3	
1	1	1	2,66	2,53	2,84	2,68
2	2	2	4,82	4,54	4,91	4,76
3	3	3	8,77	8,83	8,61	8,74
4	4	4	9,01	9,12	9,24	9,12
5	5	5	10,50	10,83	10,39	10,57

**Gambar 4. Grafik pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 30 menit**

Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah tawas dan kapur sangat berpengaruh pada waktu pengendapan. Penggunaan tawas dan kapur sebanyak 1 gr/l membutuhkan waktu pengendapan selama 2,68 menit sedangkan penggunaan tawas dan kapur 5 gr/l membutuhkan waktu pengendapan 10,57 menit. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi jumlah tawas dan kapur yang digunakan maka semakin lama waktu pengendapan yang dibutuhkan. Ini disebabkan karena dengan waktu aerasi 30 menit maka O_2 yang terlarut hanya sedikit sehingga banyak flok-flok yang terbentuk dengan ukuran yang kecil sehingga lama terjadi pengendapan karena gaya gravitasinya kecil.

Tabel 6. Pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 35 menit

No	Kons.tawas (gr/l)	Kons.kapur (gr/l)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
			1	2	3	
1	1	1	1,70	1,36	1,30	1,45
2	2	2	3,90	3,82	3,75	3,82
3	3	3	6,01	6,09	6,18	6,09
4	4	4	6,89	6,12	6,23	6,41
5	5	5	7,03	7,20	7,42	7,22



Gambar 5. Grafik pengaruh dosis tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dengan waktu aerasi 35 menit

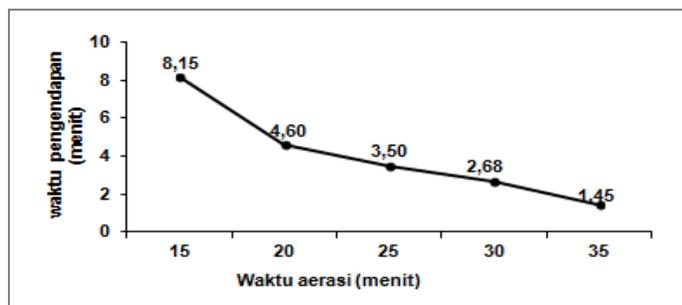
Gambar 5 menunjukkan bahwa jumlah tawas dan kapur sangat berpengaruh pada waktu pengendapan. Pada dosis tawas dan kapur 1 gr/l waktu pengendapan 1,52 menit sedangkan pada jumlah tawas dan kapur 5 gr/l waktu pengendapan 7,22 menit. Semakin tinggi jumlah tawas dan kapur maka semakin lama waktu pengendapan. Ini disebabkan karena dengan waktu aerasi 35 menit maka O₂ yang terlarut sedikit sehingga banyak flok yang terbentuk dengan ukuran kecil sehingga lama terjadi pengendapan karena gaya gravitasinya kecil.

Untuk melihat bagaimana pengaruh jumlah tawas dan kapur terhadap waktu pengendapan dapat digambarkan seperti pada Tabel 6 sampai dengan Tabel 10.

Tabel 7. Konsentrasi tawas 1 gr/l dan konsentrasi kapur 1 gr/l

No.	Waktu aerasi (menit)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
		1	2	3	
1	15	6,59	7,70	9,79	8,15
2	20	4,60	4,48	4,73	4,60
3	25	3,64	3,30	3,56	3,50
4	30	2,66	2,53	2,84	2,68
5	35	1,70	1,36	1,30	1,45

Dari Tabel 7 diatas dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan tawas dengan konsentrasi 1 gr/l dan konsentrasi kapur 1 gr/l. terhadap waktu aerasi dapat dilihat pada Gambar 6.



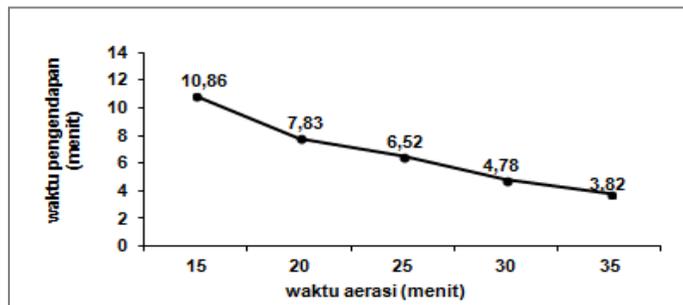
Gambar 6. Grafik pengaruh waktu aerasi terhadap waktu pengendapan dengan dosis tawas dan kapur 1 gr/l

Gambar 6 menunjukkan bahwa waktu aerasi berpengaruh terhadap waktu pengendapan. Terlihat dengan jelas bahwa semakin lama waktu aerasi maka waktu pengendapan semakin cepat. Pada waktu aerasi 15 menit waktu pengendapan 6,59 menit sedangkan pada waktu aerasi 35 menit waktu pengendapan 1,52 menit. Semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat waktu pengendapan. Ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O_2 terlarut di dalam air sehingga ukuran flok-flok yang terbentuk lebih besar maka semakin cepat terjadi pengendapan karena gaya gravitasi yang bekerja semakin besar.

Tabel 8. Konsentrasi tawas 2 gr/l dan konsentrasi kapur 2 gr/l

No.	Waktu aerasi (menit)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
		1	2	3	
1	15	10,38	10,57	11,69	10,86
2	20	7,96	7,88	7,65	7,83
3	25	6,52	6,68	6,37	6,52
4	30	4,82	4,54	4,91	4,76
5	35	3,90	3,82	3,75	3,82

Dari Tabel 8 diatas dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan tawas dengan konsentrasi 2 gr/l dan konsentrasi kapur 2 gr/l. terhadap waktu aerasi yang dapat dilihat pada Gambar 7.



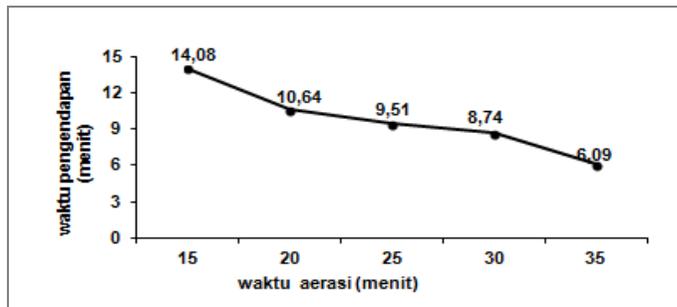
Gambar 7. Grafik pengaruh waktu aerasi terhadap waktu pengendapan dengan jumlah tawas dan kapur 2 gr/l

Gambar 7 menunjukkan bahwa waktu aerasi sangat berpengaruh terhadap waktu pengendapan. Dari grafik terlihat bahwa semakin lama waktu aerasi yang dilakukan maka waktu pengendapan pun semakin cepat. Waktu aerasi selama 15 menit membutuhkan waktu pengendapan 10,86 menit sedangkan pada saat waktu aerasi selama 35 menit membutuhkan waktu pengendapan 3,82 menit. Semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat waktu pengendapan. Ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O_2 terlarut di dalam air sehingga ukuran flok-flok yang terbentuk lebih besar maka semakin cepat terjadi pengendapan karena gaya gravitasi yang bekerja semakin besar.

Tabel 9. Konsentrasi tawas 3 gr/l dan konsentrasi kapur 3 gr/l

No.	Waktu aerasi (menit)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
		1	2	3	
1	15	13,46	13,85	14,92	14,08
2	20	10,73	10,58	10,61	10,64
3	25	9,20	9,49	9,83	9,51
4	30	8,77	8,83	8,61	8,74
5	35	6,01	6,09	6,18	6,09

Dari Tabel 9 dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan tawas dengan konsentrasi 3 gr/l dan konsentrasi kapur 3 gr/l. terhadap waktu aerasi yang dapat dilihat pada Gambar 8.

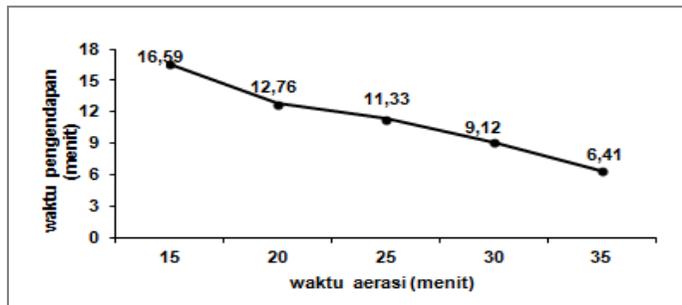
**Gambar 8. Grafik pengaruh waktu aerasi terhadap waktu pengendapan dengan dosis tawas dan kapur 3 gr/l**

Gambar 8 menunjukkan bahwa waktu aerasi berpengaruh terhadap waktu pengendapan. Terlihat bahwa semakin lama waktu aerasi maka waktu pengendapan semakin cepat. Pada waktu aerasi 15 menit waktu pengendapan 14,08 menit sedangkan pada waktu aerasi 35 menit waktu pengendapan 6,09 menit. Semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat waktu pengendapan. Ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O_2 terlarut di dalam air sehingga ukuran flok-flok yang terbentuk lebih besar maka semakin cepat terjadi pengendapan karena gaya gravitasi yang bekerja semakin besar.

Tabel 10. Konsentrasi tawas 4 gr/l dan konsentrasi kapur 4 gr/l

No.	Waktu aerasi (menit)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
		1	2	3	
1	15	16,21	16,49	17,06	16,59
2	20	12,98	12,77	12,53	12,76
3	25	11,42	11,22	11,34	11,33
4	30	9,01	9,12	9,24	9,12
5	35	6,89	6,12	6,23	6,41

Dari Tabel 10 diatas dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan tawas dengan konsentrasi 4 gr/l dan konsentrasi kapur 4 gr/l. terhadap waktu aerasi dapat dilihat pada Gambar 9.



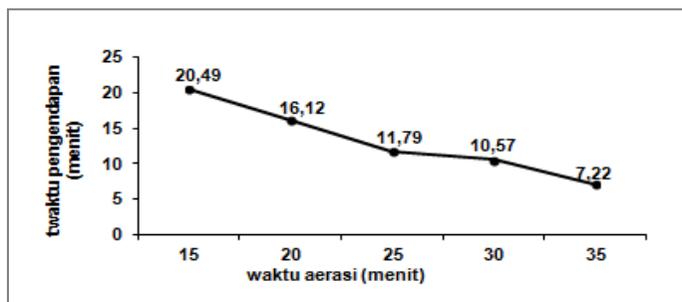
Gambar 9. Grafik pengaruh waktu aerasi terhadap waktu pengendapan dengan dosis tawas dan kapur 4 gr/l

Gambar 9 menunjukkan bahwa waktu aerasi sangat berpengaruh terhadap waktu pengendapan. Terlihat bahwa semakin lama waktu aerasi yang dilakukan maka membutuhkan waktu pengendapan pun semakin cepat. Waktu aerasi yang dilakukan selama 15 menit membutuhkan waktu pengendapan selama 16,59 menit sedangkan pada saat waktu aerasi dilakukan selama 35 menit waktu pengendapan 6,41 menit. Semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat waktu pengendapan. Ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O_2 terlarut di dalam air sehingga ukuran flok-flok yang terbentuk lebih besar maka semakin cepat terjadi pengendapan karena gaya gravitasi yang bekerja semakin besar.

Tabel 11. Konsentrasi tawas 5 gr/l dan konsentrasi kapur 5gr/l

No.	Waktu aerasi (menit)	Waktu pengendapan (menit)			Rata-rata (Σ)
		1	2	3	
1	15	20,06	20,36	20,98	20,49
2	20	16,06	16,12	16,18	16,12
3	25	11,87	11,68	11,81	11,79
4	30	10,50	10,83	10,39	10,57
5	35	7,03	7,20	7,42	7,22

Dari Tabel 11 dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan tawas dengan konsentrasi 5 gr/l dan konsentrasi kapur 5 gr/l. terhadap waktu aerasi yang dapat dilihat pada Gambar 10.



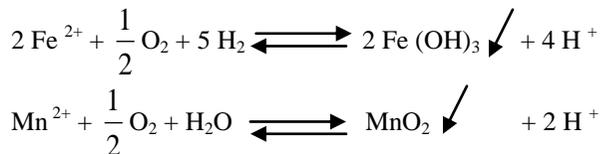
Gambar 10. Grafik pengaruh waktu aerasi terhadap waktu pengendapan dengan dosis tawas dan kapur 5 gr/l

Gambar 10 menunjukkan bahwa waktu aerasi berpengaruh terhadap waktu pengendapan. Semakin lama waktu aerasi maka waktu pengendapan semakin cepat. Pada waktu aerasi 15 menit waktu pengendapan 20,49 menit sedangkan pada waktu aerasi 35 menit waktu pengendapan 7,22 menit. Semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat waktu pengendapan. Ini disebabkan karena semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O₂ terlarut di dalam air sehingga ukuran flok-flok yang terbentuk lebih besar maka semakin cepat terjadi pengendapan karena gaya gravitasi yang bekerja semakin besar.

Pembahasan

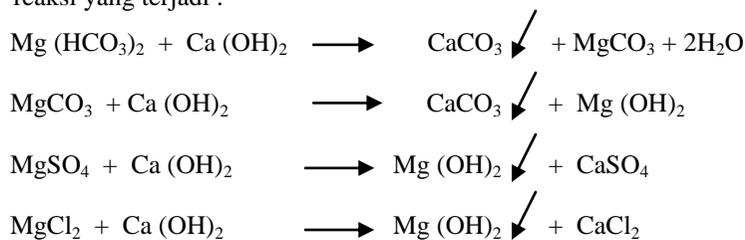
Dari data yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa waktu aerasi berbanding terbalik dengan waktu pengendapan dan waktu pengendapan berbanding lurus dengan jumlah tawas dan kapur. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu aerasi maka semakin cepat pengendapan terjadi dan semakin tinggi dosis tawas dan kapur maka semakin lama waktu pengendapan terjadi. Semakin lama waktu aerasi maka semakin banyak O₂ terlarut di dalam air sehingga semakin banyak flok yang terbentuk dan flok tersebut membentuk flok-flok dengan ukuran lebih besar dengan demikian semakin cepat terjadinya pengendapan karena besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada flok-flok tersebut.

Apabila jumlah larutan Al₂(SO₄)₃ dan CaO semakin besar maka semakin lama waktu pengendapan. Hal ini membuktikan bahwa udara yang terlarut dalam air sebagai hasil dari proses aerasi mengubah Fe dan Mn menjadi komponen yang tidak larut dengan reaksi :



Larutan yang ditambahkan berguna untuk mengikat garam – garam karbonat yang terkandung di dalam air.

Reaksi – reaksi yang terjadi :



Sedangkan larutan Al₂(SO₄)₃ yang digunakan untuk penggumpal akan bereaksi dengan alkalinitas asli atau yang ditambahkan untuk membentuk flok.

SIMPULAN

Semakin lama waktu aerasi maka waktu pengendapan kecil. Semakin tinggi konsentrasi tawas dan konsentrasi kapur maka waktu pengendapan besar. Dalam penelitian ini

didapatkan waktu aerasi yang optimum adalah 35 menit serta konsentrasi tawas dan konsentrasi kapur optimum adalah 1 gr/l dengan waktu pengendapan 1,45 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- G. Alaerts, Dr. Ir. Sumestri, S, MSc. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional Surabaya Indonesia.
- Husnaldi, 1985. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Heri, R, 1995. *Gambut di Sumatera Selatan*. Departemen Pertambangan dan Energi, Palembang.
- Kumar Priatna Anwar, Ir. 1986. *Pemanfaatan Zeolit di Indonesia*. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral Departemen dan Pertambangan dan Energi RI.
- Musi Sutarti, Minta Rachmawati, 1994. *Zeolit*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah.
- Sutrisno, T, Eny Suliastuti, 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta, Jakarta.
- UN. Mahida. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Indonesia*. Jakarta