

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JARAK DAN KEMIRINGAN *PLATE SETTLER*
TERHADAP EFISIENSI PENYISIHAN TSS PADA REAKTOR
SEDIMENTASI *RECTANGULAR***



IKHSAN HARSA

D121 14 305

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JARAK DAN KEMIRINGAN *PLATE SETTLER*
TERHADAP EFISIENSI PENYISIHAN TSS PADA REAKTOR
SEDIMENTASI *RECTANGULAR***



IKHSAN HARSA

D121 14 305

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO. KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Pengaruh Jarak dan Kemiringan Plate Settler Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS pada Reaktor Sedimentasi Rectangular .**

Disusun Oleh :

Nama : Ikhsan Harsa

D12114305

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 12 Juli 2021

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc.
NIDK : 8827760018

Pembimbing II

Nurjannah Oktorina, S.T., M.T.
NIDK. 8883201019

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Ikhsan Harsa dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Jarak Dan Kemiringan Plate Settler Terhadap Efisiensi Penyisihan Tss Pada Reaktor Sedimentasi Rectangular”** adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 10 Juli 2021

Yang membuat
pernyataan,



Ikhsan Harsa
D121 14 305

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul : **Pengaruh Jarak Dan Kemiringan *Plate Settler* Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS Pada Reaktor Sedimentasi *Rectangular*** Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan Penulis. Sehingga Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Terselesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak, terutama kepada yang saya hormati:

1. Allah SWT, atas segala nikmat dan hidayah-Nya, Tuhan Semesta Alam yang senantiasa memberi petunjuk, sang penggemgam hati yang senantiasa memberikan kekuatan dengan pertolongan-Nya
2. Ayahanda dan Ibunda yang tiada hentinya mendukung, memberikan kasih dan sayangnya serta mendoakan disetiap ibadahnya kepada penulis agar dilancarkan dalam menyelesaikan tugas akhir
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T. M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu Prof. Dr. Ir Mary Selintung, M.Sc selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukan selama penulis menyusun skripsi
5. Ibu Nurjannah Oktorina Abdullah, S.T., M.T. selaku selaku Pembimbing II yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran serta dukungan kepada penulis selama menyusun skripsi

6. Ibu Sumi dan Kak Olan yang telah banyak membantu penulis dalam pengurusan administrasi untuk menunjang skripsi penulis
7. Saudara-saudara Teknik 2014 dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, semangat, dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT. Melimpahkan rahmat-Nya kepada kita, dan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Gowa, Mei 2021

ABSTRAK

IKHSAN HARSA. *Pengaruh Jarak Dan Kemiringan Plate Settler Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS Pada Reaktor Sedimentasi Rectangular* (dibimbing oleh Mary Selintung dan Nurjannah Oktorina Abdullah).

Masalah air bersih yang sering ditemui adalah rendahnya kualitas air. Air bersih harusnya sesuai dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017, baik dari segi parameter kimia, fisika, dan biologi. Kadar TSS (*Total suspended solid*) merupakan salah satu parameter dalam kriteria mutu air. Salah satu cara untuk mengolah air dengan kadar TSS yang tinggi adalah dengan menggunakan proses sedimentasi dengan menggunakan bak sedimentasi dengan tambahan *plate settler*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh jarak dan kemiringan antar *plate settler* terhadap efisiensi penyisihan TSS pada reaktor sedimentasi.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan dalam skala laboratorium. Variasi yang digunakan pada jarak antar *plate settler* yaitu 1,5 cm dan 2,5 cm sedangkan variasi yang digunakan pada kemiringan *plate settler* yaitu 30° dan 60°. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah TSS dengan menggunakan pengujian dengan cara uji padatan tersuspensi total secara gravimetri.

Dari hasil penelitian diketahui pada jarak 1,5 cm didapatkan hasil penyisihan TSS yang lebih baik dibandingkan jarak 2,5 cm, ini membuktikan bahwa semakin kecil jarak antar *plate settler* maka akan efisiensi penyisihan TSS akan meningkat. Sedangkan untuk sudut kemiringan *plate settler* diketahui pada kemiringan 60° didapatkan hasil penyisihan TSS yang lebih baik dibandingkan kemiringan 30°, ini membuktikan bahwa semakin tinggi sudut kemiringan yang digunakan maka efisiensi penyisihan TSS juga akan meningkat.

Kata Kunci: TSS, Bak Sedimentasi, Jarak *Plate Settler*, Kemiringan *Plate Settler*

ABSTRACT

IKHSAN HARSA. *The Effect of Distance and Slope of the Settler Plate on TSS Removal Efficiency in the Rectangular Sedimentation Reactor* (Mentored by Mary Selintung and Nurjannah Oktorina Abdullah).

The problem of clean water that is often encountered is the low quality of water. Clean water should comply with Permenkes No. 32 in 2017, both in terms of chemical, physical, and biological parameters. TSS (Total suspended solid) levels are one of the parameters in the water quality criteria. One way to treat water with high TSS levels is to use a sedimentation process using a sedimentation bath with the addition of a plate settler. The purpose of this study was to analyze the effect of distance and slope between plate settlers on the efficiency of TSS removal in the sedimentation reactor.

The method used in this study is an experimental method which is carried out on a laboratory scale. The variation used in the distance between the plate settlers is 1.5 cm and 2.5 cm, while the variations used for the slope of the plate settler are 30 ° and 60 °. The parameter analyzed in this study was TSS by using the test by means of the total suspended solids test by gravimetric.

From the research results, it is known that at a distance of 1.5, the TSS elimination results are better than the distance of 2.5 cm, this proves that the smaller the distance between the plate settler, the TSS removal efficiency will increase. Whereas for the slope angle of the plate settler, it is known that at a slope of 60 ° the TSS removal results are better than that of 30 °, this proves that the higher the slope angle used, the TSS removal efficiency will also increase.

Keywords: *Total Suspended Solids, Sedimentation, Plate Settler Distance, Plate Settler Slope*

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Siklus dan Sumber Air	6
1. Air Laut	7
2. Air Permukaan	7

3. Air Tanah	8
B. Persyaratan Kualitas Air	8
C. Kekkeruhan	9
D. <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	9
E. Koagulasi dan Flokulasi	10
F. Sedimentasi	13
G. <i>Plate Settler</i>	14
H. Jurnal yang Terkait Penelitian	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Metode Penelitian	20
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
C. Alat dan Bahan	23
D. Pelaksanaan Penelitian	24
E. Metode Pengumpulan Data	25
1. Studi Literatur	25
2. Pengumpulan Data	25
F. Analisa Data	26
G. Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Pengukuran Tingkat Kekkeruhan	30
B. Pengukuran Nilai TSS	32
1. Hubungan Jarak <i>Plate Settler</i> dengan Penurunan Nilai TSS	35

2. Hubungan Kemiringan <i>Plate Settler</i> dengan Penurunan Nilai TSS	36
---	----

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	39
B. Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

NO	Halaman
1. Parameter Fisik Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi	9
2. Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)	11
3. Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)	11
4. Kriteria Perencanaan Unit Sedimentasi	14
5. Rancangan Penelitian	21
6. Hasil Pengukuran Tingkat Kekeruhan	31
7. Hasil Pengukuran Nilai TSS	32
8. Efektifitas Penurunan Nilai TSS	33

DAFTAR GAMBAR

NO	Halaman
1. Desain Bak Koagulasi	21
2. Desain Bak Flokulasi	22
3. Desain Bak Sedimentasi	22
4. Reaktor	21
5. Pengukuran Tingkat Kekeruhan	27
6. Diagram Alir Penelitian	29
7. Presentase Efisiensi Penyisihan TSS	33
8. Kelebihan Bak Sedimentasi Menggunakan <i>Plate Settler</i>	34
9. Grafik Perbandingan Jarak <i>Plate settler</i> dan Nilai TSS (mg/l)	35
10. Grafik Perbandingan Kemiringan <i>Plate settler</i> dan Nilai TSS (mg/l)	37

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Pengukuran Kekeruhan dan TSS
2. Dokumentasi Penelitian
3. SNI 06-6989.3-2004

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 isu yang muncul akibat perkembangan lingkungan yaitu perubahan iklim, salah satunya menyangkut media lingkungan berupa air antara lain pola curah hujan yang berubah-ubah. Hal ini menyebabkan berkurangnya ketersediaan air bersih untuk keperluan higiene sanitasi. Selain itu hal ini juga menyebabkan berkurangnya air untuk keperluan kolam renang dan SPA yang pada umumnya mengambil air dari air tanah. Curah hujan yang lebat dan terjadinya banjir memperburuk sistem sanitasi yang belum memadai, sehingga masyarakat rawan terkena penyakit menular melalui air seperti diare dan lain-lain. Ditinjau dari sudut kesehatan masyarakat, kebutuhan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, SPA, dan pemandian umum harus memenuhi syarat kualitas agar kesehatan masyarakat terjamin. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat.

Seperti yang diketahui salah satu masalah air bersih yang sering ditemui adalah rendahnya kualitas air. Kualitas air diartikan sebagai mutu air, baik air baku maupun air hasil pengolahan yang siap didistribusikan. Air bersih harusnya sesuai dengan standar yang ada, baik dari segi parameter kimia, fisika, biologi dan radioaktif. Pentingnya pemantauan kualitas air menurut (Effendi, 2016) yakni (1) untuk mendeteksi dan mengukur pengaruh yang ditimbulkan oleh suatu pencemar terhadap kualitas lingkungan dan mengetahui perbaikan kualitas lingkungan setelah pencemar dihilangkan, (2) mengetahui hubungan sebab akibat antara variabel ekologi dengan parameter fisika dan kimia untuk mendapatkan baku mutu kualitas air dan (3) mengetahui gambaran kualitas air pada suatu tempat secara umum. Secara fisik, air bersih diindikasikan dengan keadaannya yang bening, tidak berwarna dan tidak berbau. Kondisi seperti ini terjadi jika air tidak dikotori oleh

bahan organik dan anorganik. Sedangkan secara *visual*, air yang tercampur oleh bahan pengotor, keadaanya akan mengalami perubahan, mungkin menjadi berwarna atau menjadi keruh. (Ghibran, 2018)

Kadar TSS (*Total suspended solid*) merupakan salah satu parameter dalam kriteria mutu air. Seperti diketahui sumber air baku yang digunakan seperti air permukaan sangat berpotensi untuk tercemar. Kadar TSS yang tinggi akan merugikan pada sektor penyediaan air bersih karena memerlukan perlakuan tambahan dan akan meningkatkan biaya pengolahan.

Salah satu cara untuk mengolah air dengan kadar TSS yang tinggi adalah dengan menggunakan proses sedimentasi. Proses sedimentasi dalam pengolahan air merupakan serangkaian proses pengolahan air dengan memanfaatkan gaya gravitasi bumi. Dengan demikian partikel-partikel yang memiliki massa jenis lebih tinggi dari air akan mengendap di dasar air. Sedimentasi adalah unit operasi yang didesain untuk mengumpulkan dan memindahkan padatan tersuspensi dari air limbah dengan cara gravitasi. Kondisi pengendapan partikel dipengaruhi oleh kondisi peforma yang optimal dengan aliran laminar. Sehingga dapat menyisihkan 65-70% *total suspended solid* (Maharani, 2017).

Indrawan (2017) menyatakan bahwa salah satu pertimbangan dalam mendesain bak sedimentasi yaitu luas lahan yang diperlukan. Masalah yang timbul kemudian yaitu untuk mencapai hasil penyisihan yang efisien membutuhkan lahan yang luas, hal ini disebabkan karena efisiensi penyisihan dipengaruhi oleh luas permukaan atau *surface area* (A) bak sedimentasi. Oleh karena itu diperlukan untuk memodifikasi bak sedimentasi agar sesuai dengan lahan yang tersedia. Bak sedimentasi hasil modifikasi diharapkan memiliki efisiensi penyisihan yang lebih baik tanpa menambah luas lahan yang tersedia. Salah satu modifikasi yang dapat diterapkan yaitu menambahkan *plate settler* di zona pengendapan bak sedimentasi.

Untuk meningkatkan efisiensi pengendapan seringkali digunakan *plate settler*. *Plate settler* merupakan peralatan pengendapan *multi settler*, sebagai pengembangan dari bak sedimentasi konvensional yang telah dibangun sebelumnya. Bila *plate settler* ditambahkan pada bak sedimentasi, maka dapat menambah kapasitas dan memperbaiki kualitas *effluent*. *Plate settler* direncanakan dari bahan

yang tahan karat akibat larutan alum dan susah ditumbuhi alga semacam, polythylene, kayu, fiber, baja tipis, dan sebagainya.

Ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *plate settler* pada bak sedimentasi seperti jarak dan kemiringan *plate settler* yang digunakan. Kriteria desain jarak antar *plate settler* yaitu 22-55 mm (wang et al., 2005) dan 2-4 cm (visvanathan, 2014), sedangkan kriteria desain untuk sudut kemiringan *plate settler* adalah 30°-60° (SNI 6774:2008). Oleh karena itu, pada penelitian ini diperlukan kajian mengenai jarak maupun kemiringan *plate settler* pada bak sedimentasi yang benar ideal dalam menurunkan kadar TSS sehingga dapat diaplikasikan dengan tepat.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diidentifikasi dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut;

1. Bagaimana pengaruh jarak antar *plate settler* terhadap efisiensi penyisihan TSS (*total suspended solid*) pada reaktor sedimentasi
2. Bagaimana pengaruh kemiringan *plate settler* terhadap efisiensi penyisihan TSS (*total suspended solid*) pada reaktor sedimentasi

C. Tujuan Penelitian

Setelah menguraikan latar belakang dan rumusan masalah dalam penelitian, maka berikut tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini;

1. Menganalisis pengaruh jarak antar *plate settler* terhadap efisiensi penyisihan TSS (*total suspended solid*) pada reaktor sedimentasi.
2. Menganalisis pengaruh kemiringan *plate settler* terhadap efisiensi penyisihan TSS (*total suspended solid*) pada reaktor sedimentasi.

D. Manfaat Penelitian

Studi pengaruh jarak dan kemiringan terhadap efisiensi penyisihan TSS pada reaktor sedimentasi diharapkan dapat memberikan manfaat bagi;

1. Perusahaan Air Minum (PDAM)

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PDAM dalam mendesain bak sedimentasi dalam pengolahan air bersih sehingga dapat meningkatkan kualitas air yang didistribusikan.

2. Institusi Pendidikan

Menambahkan referensi ilmu pengetahuan khususnya dalam program studi Teknik Lingkungan dan pengolahan air bersih.

3. Masyarakat

Membantu meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya pengolahan air bersih.

E. Ruang Lingkup

Untuk memudahkan dalam memahami skripsi ini, ruang lingkup dalam penelitian, yaitu;

1. Penelitian dilakukan skala laboratorium yang terletak di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. *Plate settler* yang digunakan berbentuk pelat.
3. Parameter yang diukur adalah TSS (*total suspended solid*) dan kekeruhan.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, dengan masing-masing bab membahas masalah tersendiri, selanjutnya sistematika laporan ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, identifikasi masalah objek tugas akhir, maksud dan tujuan, batasan masalah, dan bagaimana sistematika penulisannya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan suatu landasan teori dari suatu penelitian tertentu atau karya ilmiah sering juga disebut sebagai studi literatur atau tinjauan pustaka.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini penulis menguraikan tentang metode pelaksanaan pekerjaan pada penelitian tugas akhir untuk beberapa item pekerjaan selama penelitian tugas akhir.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan akhir penelitian tugas akhir. Hal tersebut menjelaskan antara lain deskripsi kondisi objek dan permasalahannya, uraian aktivitas, dan evaluasi penelitian tugas akhir.

BAB 5 PENUTUP

Dalam bab ini berisi hasil data analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya yang merupakan kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan. Setelah itu pula terdapat saran atau rekomendasi yang akan diberikan kepada pihak yang terkait sehubungan dengan isi dari tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Siklus dan Sumber Air

Menurut Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017) Yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat diatas, dibawah, ataupun pada permukaan tanah, seperti air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada didarat, yang selalu bergerak mengikuti pola pergerakan/siklus tertentu. Mengingat sebagian besar air di bumi berada dilautan, maka proses pergerakan atau siklus tersebut pada umumnya dimulai dari permukaan laut, dimana terjadi penguapan air laut akibat energi panas matahari, penguapan juga banyak terjadi pada air yang berada di daratan. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, yang terbesar berada di daerah khatulistiwa karena radiasi matahari diwilayah ini pada umumnya lebih besar. Uap air yang terjadi bersifat murni karena pada saat naik ke atmosfer kandungan garam yang ada didalamnya ditinggalkan, dan uap air yang dihasilkan dari proses penguapan tersebut akan mengalir terbawa oleh udara yang bergerak atau angin. Pada kondisi/suhu tertentu uap air tersebut akan mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang pada gilirannya akan jatuh kembali ke bumi, yang disebut sebagai peristiwa presipitasi berupa hujan dan atau salju. Presipitasi tersebut ada yang jatuh kembali ke lautan, dipermukaan tanah, didaun tanaman, dan sebagian lagi akan menguap kembali ke udara sebelum mencapai permukaan tanah. Hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan menyebar ke berbagai arah dengan berbagai cara, sebagian akan tertahan sementara dipermukaan tanah, dan sebagian akan mengalir ke saluran dan sungai sebagai air permukaan. Jika permukaan tanah porous maka sebagian air hujan yang jatuh akan langsung meresap ke tanah yang disebut dengan peristiwa infiltrasi, sebagian lagi akan tersetrap oleh akar-akar tumbuhan untuk proses pertumbuhannya

Sumber air adalah wadah air yang terdapat diatas, dibawah, ataupun pada permukaan tanah.. Berikut ini adalah sumber-sumber air menurut Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017):

1. Air laut

Air laut adalah air dari laut atau samudra. Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

2. Air permukaan

Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah, seperti air sungai, air saluran (*stream*), mata air (*spring*), air danau, air waduk, air telaga, dan air di kolam retensi. Air permukaan ini dapat berasal dari air hujan, lelehan salju, dan aliran yagn berasal dari air tanah.

a. Air sungai

Sungai mempunyai fungsi yang strategis dalam menunjang pengembangan suatu daerah, diantaranya sebagai sumber air minum, industri dan pertanian, atau juga pusat listrik tenaga air serta mungkin juga sebagai sarana rekreasi air. Kualitas sumber air dari sungai-sungai penting di Indonesia umumnya tercemar sangat berat oleh limbah organik yang berasal dari limbah penduduk, industri, dan lainnya. Pentingnya mengetahui keadaan kualitas air sungai agar sumber air yang dikonsumsi oleh masyarakat sesuai baku mutu air yang telah ditetapkan oleh pemerintah (Thamrin Meinarni, 2018).

b. Air danau

Danau merupakan wadah air dan ekosistem yang terbentuk secara alamiah dan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya siklus hidup flora dan fauna serta sumber air yang dapat digunakan langsung oleh masyarakat sekitarnya. Dalam rangka menjaga dan melestarikan keberadaan air danau, maka perlu dilakukan pemantauan kualitas air danau secara terus-menerus. Pemantauan secara kontinyu terhadap parameter kualitas air tersebut, berakibat pada akumulasi informasi/data yang umumnya tidak dapat memberikan keputusan langsung terhadap kualitas air,

karena bisa saja salah satu parameter memenuhi kriteria mutu air tapi parameter yang lain tidak (Nazir erwinata et al, 2017).

3. Air tanah

Menurut Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi (2017) Air tanah dibedakan atas aliran air tanah dangkal yang sifatnya tidak tertekan/bebas (*confined aquifer*), yaitu aliran air tanah yang berada diatas lapisan tanah yang kedap air, serta aliran air tanah dalam yang sifatnya tertekan/tidak bebas (*unconfined aquifer*), yaitu aliran air tanah yang kedap air, dan aliran air tanah dasar (*basse flow*), yaitu aliran air tanah yang mengisi sistem jaringan sungai pada saat musim kemarau atau ketika hujan tidak turun untuk beberapa waktu, sehingga sistem aliran sungai masih mempunyai aliran secara tetap dan kontinyu.

B. Persyaratan Kualitas Air

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum yang disebut sebagai air untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Parameter fisik yang harus diperiksa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Fisik Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (<i>total dissolved solid</i>)	Mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017

C. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias. Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur dan bahan-bahan organik. Kekeruhan tidak merupakan sifat air yang membahayakan, tetapi kekeruhan menjadi tidak disenangi karena rupanya. Kekeruhan walaupun hanya sedikit dapat menyebabkan warna lebih tua tua dari warna yang sesungguhnya. Tingkat kekeruhan atau turbiditas ini ditunjukkan dengan satuan pengukuran yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU) (Sutrisno, 2004).

D. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total suspended solid (TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi yang (berdiameter $> 1 \mu\text{m}$) yang bertahan pada saringan *mili pore* dengan diameter pori-pori $0,45 \mu\text{m}$ yang terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengukuran sedimen tersuspensi secara insitu menjadi salah satu alternatif untuk

mengetahui kondisi lingkungan berdasarkan pada parameter fisika (Susanti et al., 2010). Perubahan secara fisika meliputi penambahan zat padat baik bahan organik maupun anorganik ke dalam perairan sehingga meningkatkan kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke badan air. Berkurangnya penetrasi cahaya matahari akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Banyaknya TSS yang berada dalam perairan dapat menurunkan ketersediaan oksigen terlarut. Jika menurunnya ketersediaan oksigen berlangsung lama akan menyebabkan perairan menjadi anaerob, sehingga organisme aerob akan mati. Tingginya TSS juga dapat secara langsung mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang. Nilai TSS dapat menjadi salah satu parameter biofisik perairan yang secara dinamis mencerminkan perubahan yang terjadi di daratan maupun di perairan. TSS sangat berguna dalam analisis perairan dan buangan domestik yang tercemar serta dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu air, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan (Rinawati, 2016).

E. Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah proses untuk menyatukan butir-butir (gumpalan) dengan jalan memberikan bahan kimia yang disebut koagulan dan kemudian dilanjutkan dengan pengadukan cepat, sedangkan flokulasi adalah proses pembentukan flok dengan pengadukan lambat.

Pengolahan secara koagulasi flokulasi untuk menurunkan padatan tersuspensi menggunakan bahan koagulan berupa tawas. Larutan tawas digunakan sebagai bahan pengolah limbah cair organik secara kimia. Bahan ini berfungsi sebagai pemecah, sekaligus penggumpal bahan-bahan organik dalam air, baik non *biodegradable* (tidak dapat diuraikan secara biologi) maupun yang *biodegradable* (dapat diuraikan secara biologi). Jumlah koagulan yang dibutuhkan dipengaruhi oleh jenis bahan koagulan, karakteristik air limbah, serta kecepatan dan lama pengadukan. (Hastutiningrum S, 2017)

Adapun kriteria perencanaan bak koagulasi dan bak flokulasi yang menjadi dasar perhitungan dalam menentukan dimensi bak koagulasi–flokulasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)

Unit	Kriteria
Pengaduk <ul style="list-style-type: none"> • Tipe 	Hidrolis <ul style="list-style-type: none"> • Terjunan • Saluran bersekat • Dalam pinstalasi pengolahan air bersekat Mekanis <ul style="list-style-type: none"> • Bilah (blade, pedal (padle) kinstalasi pengolahan air • Flotasi
Waktu pengadukan (detik) <ul style="list-style-type: none"> • Nilai G/detik 	1-5 >750

Sumber: SNI 6774:2008

Tabel 3. Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)

Kriteria Umum	Flokulator Hidrolis	Flokulator Mekanis		Flokulator Clarifier
		Sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
G (gradien kecepatan) 1/detik	60 (menurun) – 5	60 (menurun) – 10	70 (menurun) – 5	100 – 10
Waktu tinggal (menit)	30 – 45	30 – 40	20 – 40	20 – 100
Tahap flokulasi (buah)	6 – 10	3 – 6	2 – 4	1
Pengendalian energi	Bukaan pintu/sekat			
Kecepatan aliran max. (m/det)	0,9	0,9	1,8 – 2,7	1,5 – 0,5
Luas bilah/pedal dibandingkan luas bak (%)	-	5 – 20	0,1 – 0,2	-
Kecepatan perputaran sumbu (rpm)	-	1 - 5	8 – 25	-
Tinggi (m)				2-4

Sumber: SNI 6774:2008

Untuk menghitung ukuran bak koagulasi-flokulasi, digunakan rumus berikut:

$$\text{Volume bak (V)} = Q \cdot dt \quad (1)$$

$$\text{Daya motor pengaduk (P)} = G^2 \cdot \mu \cdot V \quad (2)$$

$$\text{Gradien kecepatan (G)} = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}} \quad (3)$$

$$\text{Diameter Pengaduk (Di)} = \left(\frac{P}{kt \cdot n^3 \rho} \right)^{1/5} \quad (4)$$

Syarat diameter impeller dengan pengaduk 50 – 80 %

Rumus yang digunakan untuk menghitung ruang pengendapan adalah

$$(V) = Q \cdot dt \quad (5)$$

$$A = \frac{Q}{\text{beban permukaan}} \quad (6)$$

Keterangan :

P : daya motor pengaduk (watt)

G : gradien kecepatan (det^{-1})

μ : kekentalan dinamis (gram/cm.det)

V : volume bak (m^3)

Q : debit (m^3/hari)

dt : waktu tinggal (det)

t_1 : tinggi bak koagulasi (m)

t_2 : tinggi bagian pengendap lumpur (m)

A : luas permukaan (m^2)

Kt : ketetapan impeller

n : kecepatan putar (rpm)

Di : diameter impeller (m)

ρ : massa jenis air (100 kg/m^3)

r : jari-jari tabung bak (m)

π : 3,14 atau $\frac{22}{7}$

F. Sedimentasi

Sedimentasi adalah unit operasi yang didesain untuk mengumpulkan dan memindahkan padatan tersuspensi dari air limbah dengan cara gravitasi. Di banyak kasus, tujuan utama adalah untuk menghasilkan effluen yang jernih, tetapi ini juga penting untuk menghasilkan lumpur dengan konsentrasi padatan yang dapat mempermudah penanganan dan pengolahan. Kondisi peforma pengendapan partikel dipengaruhi oleh kondisi aliran apakah laminar ataupun turbulen. Untuk mencapai kondisi peforma yang optimal maka diusahakan aliran laminar, yaitu didekati dengan bilangan Reynold < 500 dan bilangan Froude $> 10^{-5}$ (Asmadi dan Suharto, 2012).

Untuk meningkatkan efisiensi partikel dapat dilakukan dengan menambah luasan pengendapan pada bak sedimentasi. Namun hal tersebut tidak selalu sejalan dengan ketersediaan lahan. Meningkatkan nilai *overflow rate* pada bak sedimentasi tanpa harus menambah luasan bidang pengendapan dapat dilakukan dengan menambahkan *plate settler*. Hal tersebut dikarenakan padatan yang ada di dalam air akan tertempel pada bagian *tube* atau *plate settler* (Crittenden et al., 2012). Menurut Joko (2010) desain bak sedimentasi didasari oleh beberapa asumsi yaitu:

1. Air yang berada dalam zona sedimentasi adalah tenang tanpa terjadi gangguan, dan pengendapan terjadi pada zona pengendapan.
2. Aliran air adalah *steady* (tunak) dan semua partikel didistribusikan secara merata pada penampang bak secara tegak lurus.
3. Partikel mengendap pada zona lumpur.

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam desain bak sedimentasi adalah proses pengolahan secara keseluruhan, sumber air baku (kekeruhan rendah, sedang, tinggi), kecepatan pengendapan partikel, kondisi iklim, karakteristik geologi pada *site plan*. Adapun kriteria perencanaan bak koagulasi dan bak flokulasi yang menjadi dasar perhitungan dalam menentukan dimensi bak koagulasi–flokulasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Perencanaan Unit Sedimentasi

Kriteria	SNI 6774 : 2008	Montgomery (19850
Beban Permukaan	0,8 – 2,5 (m ³ /m ² /jam)	60-150 (m ³ /m ² .hari)
Kedalaman (m)	3 – 6	-
Waktu Tinggal (jam)	1,5 – 3	2
Lebar / Panjang	> 1/5	3:1 – 3:5
Beban Pelimpah	< 11	-
Bilangan Reynolds	< 2000	< 2000
Bilangan Froude	> 10-5	> 10-5
Kemiringan Tube/Plate	30 / 60	

Agar proses sedimentasi berlangsung efektif maka harus dipastikan agar kecepatan endap partikel (w_o) harus lebih besar dibandingkan kecepatan aliran horizontal air (v_o). atan aliran horizontal tidak boleh lebih besar dari 0,3 m/s untuk menjamin butiran pasir mengendap (Twort,C,Alan, Don D. Ratnayaka and Malcolm J. Brandt, 2006 : 275 – 276).

$$\text{Kecepatan aliran horizontal (V}_o) = \frac{Q}{b \times d} \quad (7)$$

$$\text{Waktu detensi/alitan horizontal (t}_1) = \frac{L \times b \times d}{Q} \quad (8)$$

$$\text{Waktu partikel mencapai dasar bak (t}_2) = \frac{d}{w_o} \quad (9)$$

Keterangan :

Q : Debit aliran yang melalui bak sedimentasi (m³/detik)

b : Lebar bak sedimentasi (m)

d : kedalaman atau tinggi bak sedimentasi (m/detik)

w_o : Kecepatan endap partikel (m/detik)

G. Plate settler

Plate settler merupakan susunan keping sejajar, yang disusun dengan panjang, jarak, dan sudut yang telah ditentukan sehingga berfungsi untuk memperluas bidang pengendapan. *Plate settler* merupakan alat yang sering digunakan untuk meningkatkan efisiensi penyisihan tanpa membutuhkan lahan yang terlalu luas. Adapun tiga macam aliran yang melalui plate settler yaitu:

1. *Upflow* (aliran ke atas), yaitu dimana *sludge* yang mengendap turun ke dasar bak melalui plate ketika aliran air mengalir ke atas menuju *outlet zone*.
2. *Downflow* (aliran ke bawah), yaitu dimana *sludge* yang mengendap turun ke dasar bak melalui plate bersamaan dengan aliran air yang mengalir ke bawah.
3. *Crossflow* (aliran silang), yaitu dimana *sludge* yang mengendap turun ke dasar bak, sedangkan aliran air menyilang dimasing-masing plate.

Kriteria desain jarak antar plate settler yaitu 22-55 mm (wang et al., 2005) dan 2-4 cm (visvanathan, 2014). Penurunan jarak antar *plate settler* menyebabkan penurunan nilai *overflow rate*. Jarak antar *plate settler* yang semakin rapat akan menyebabkan jarak pengendapan atau jarak jatuhnya partikel ke dasar bak atau ujung dari *plate settler* sebelum sampai ke zona *outlet* semakin pendek. Jarak pengendapan yang semakin pendek menyebabkan flok akan tertahan atau menempel pada permukaan *plate settler*, sehingga terjadi proses penyisihan padatan. (Saputri, 2011)

Perbedaan jarak dan kemiringan *plate settler* juga dapat mempengaruhi jumlah *plate settler* yang digunakan, untuk menentukan jumlah *plate settler* menggunakan persamaan (Ambat R. E sther,2009):

$$n = \left(\frac{P}{(W/\sin\alpha)} \right) + 1 \quad (10)$$

Keterangan:

W= jarak antar pelat

α = Kemiringan pelat

P = panjang bak sedimentasi

G. Jurnal Yang Terkait Penelitian

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
1	Nurul Husaeni, Euis Nurul H, dan Okik Hendrianto C.	2013	Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid pada Proses Air Bersih Menggunakan <i>Plate settler</i>	Jika sudut <i>plate settler</i> yang digunakan kecil maka akan membutuhkan ruang yang lebih besar. Ini menyebabkan besarnya ukuran bak sedimentasi. Namun jika sudut kemiringan <i>plate settler</i> terlalu besar, memang dapat menghemat ruang, namun karena posisi plate yang relatif tegak akibatnya flok tidak dapat menempel pada dinding plate misalkan pada sudut kemiringan 90°. Sehingga posisi kemiringan yang ideal digunakan adalah 60°. Karena jika dibawah 45°, sludge cenderung menempel di dinding dalam waktu yang lama, hal itu membuat pertumbuhan alga atau tanaman mikro lainnya yang akan berkembang pada plate tersebut akibat kondisi karakteristik partikel tersuspensi yang berubah-ubah tiap waktu (Metcalf ang Eddy, 1991)	Jurnal ilmiah teknik lingkungan vol.4 no.1 Progdi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2	Citra Dita Maharsi Suaidy	2010	Studi Peningkatan Kapasitas Pengolahan Di Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya	Untuk meningkatkan efisiensi pengendapan seringkali digunakan <i>plate settler</i> . <i>Plate settler</i> merupakan peralatan pengendapan <i>multi settler</i> , sebagai pengembangan dari bak sedimentasi konvensional yang telah dibangun sebelumnya. Bila <i>plate settler</i> ditambahkan pada bak sedimentasi, maka dapat menambah kapasitas dan memperbaiki kualitas <i>effluent</i> .	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Sepuluh Nopember Surabaya

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
3	Lan Liu	2020	Evaluasi <i>Lamella Settlers</i> Menyisihkan Sedimen Tersuspensi	Hasil analisis FFM menyelidiki efek tingkat pengurangan kekeruhan dari variabel eksperimental (yaitu, konsentrasi aliran, ruang pengendapan, dan waktu tinggal). Diketahui bahwa tingkat penurunan kekeruhan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi dengan penurunan jarak pengendapan. Tingkat pengurangan kekeruhan versus jarak pengendapan reaktor untuk konsentrasi aliran yang berbeda ditunjukkan dalam pola linier.	Department of Civil and Environmental Engineering, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA
4	Fajar Indrawan	2017	Pengaruh Rasio Panjang dan Jarak Antar <i>Plate Settler</i> Terhadap Efisiensi Penyisihan <i>Total Suspended Solids</i> pada Reaktor Sedimentasi Rectangular	Penurunan jarak antar <i>plate settler</i> menyebabkan penurunan nilai <i>overflow rate</i> . Jarak antar <i>plate settler</i> yang semakin rapat menyebabkan jarak pengendapan atau jarak jatuhnya partikel ke dasar bak atau ujung dari <i>plate settler</i> sebelum sampai ke zona outlet semakin pendek. Jarak pengendapan yang pendek menyebabkan flok akan tertahan atau menempel pada permukaan <i>plate settler</i> , sehingga terjadi proses penyisihan padatan	Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 2
5	Alvia Dewanty Maharani	2017	Pengaruh Bentuk dan Diameter <i>Tube Settler</i> Terhadap Efisiensi Penyisihan TSS Pada Reaktor Sedimentasi Rectangular	Sedimentasi adalah unit operasi yang didesain untuk mengumpulkan dan memisahkan padatan tersuspensi dari air limbah dengan cara gravitasi. Tujuan utama adalah untuk menghasilkan effluen yang jernih. Tetapi ini juga penting untuk menghasilkan lumpur dengan konsentrasi padatan yang dapat mempermudah penanganan dan pengolahan.	Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 2

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul Jurnal	Isi Jurnal	Sumber Literatur
6	Mohammad Naffah Ainurrofiq	2017	Studi Penurunan TSS, Turbidity, dan COD Dengan Menggunakan Kitosan Dari Limbah Cangkang Keong Sawah Sebagai Nano Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair PT.Phapros, TBK Semarang	Proses koagulasi flokulasi yang dilakukan untuk mengeliminasi sejumlah partikel yang awalnya terdapat dalam air limbah. Akibatnya pada pengukuran kekeruhan penghambat cahaya yang masuk kedalam air menjadi semakin sedikit sehingga kekeruhan yang terukur menjadi semakin kecil. Dengan kata lain, berkurangnya kekeruhan pada air juga semakin berkurang	Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 2
7	A Yulistyorini	2019	Penambahan Lamella Dalam Reaktor Baffle Anaerobik Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Terdesentralisasi	Konsep aliran pelat lamella menggunakan gravitasi untuk menarik padatan ke bawah sehingga dapat mengendap. Sudut lamella dirancang untuk mencegah padatan dicuci bersama dengan air. Selain itu, bak sedimentasi lamella dapat menurunkan rata-rata kekeruhan air 5-12 kali lebih baik dari pada unit sedimentasi konvensional. Pemodelan matematis dan simulasi numerik digunakan untuk mengamati apakah penggunaan lamella dapat meningkatkan efisiensi. Akibatnya, lamella memang meningkatkan efisiensi dan membuat parameter kualitas limbah memenuhi standar kualitas air	Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Indonesia