



TUGAS AKHIR - RE 184804

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
MINUM DENGAN AIR BAKU DARI BENDUNG
GERAK SEMBAYAT KABUPATEN GRESIK**

I GEDE ANDHIKA GIASTA PUTRA
03211640000107

Dosen Pembimbing
Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM DENGAN AIR BAKU DARI BENDUNG GERAK SEMBAYAT KABUPATEN GRESIK

I GEDE ANDHIKA GIASTA PUTRA
03211640000107

Dosen Pembimbing
Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RE 184804

**PLANNING OF DRINKING WATER TREATMENT
PLANT WITH RAW WATER FROM BENDUNG
GERAK SEMBAYAT GRESIK REGENCY**

I GEDE ANDHIKA GIASTA PUTRA

03211640000107

Supervisor

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institute of Technology Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM DENGAN AIR BAKU DARI BENDUNG GERAK SEMBAYAT KABUPATEN GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

I GEDE ANDHIKA GIASTA PUTRA
NRP 0321164000107

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP 19680128 199403 1 003

SURABAYA
AGUSTUS 2020



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM DENGAN AIR BAKU DARI BENDUNG GERAK SEMBAYAT KABUPATEN GRESIK

Nama : I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen pembimbing : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

ABSTRAK

Kebutuhan air bersih sangat penting bagi semua makhluk hidup, namun saat ini telah terjadi fenomena kelangkaan air bersih karena tidak meratanya pelayanan air bersih kepada masyarakat. Salah satu daerah yang belum terlayani air bersih adalah zona pelayanan Kabupaten Gresik wilayah utara. Daerah Kabupaten Gresik yang belum terlayani air bersih meliputi Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun dan Kecamatan Bungah. Sesuai target nasional PDAM Kabupaten Gresik yaitu sebesar 80 % masyarakatnya terpenuhi air bersihnya sehingga diperlukan perencanaan instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang akan melayani kelima kecamatan tersebut. Air bersih yang digunakan harus sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 492/MENKES/PERIV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan baru instalasi pengolahan air minum (IPAM) untuk peningkatan kapasitas pelayanan air bersih.

Pada perencanaan IPAM ini air baku berasal dari Bendung Gerak Sembayat yang terletak di Sungai Bengawan Solo bagian hilir. Perencanaan IPAM akan dibagi menjadi 2 tahap pembangunan dengan kapasitas 1000 L/detik, sehingga setiap IPAM memiliki kapasitas 500 L/detik. Unit pengolahan yang akan digunakan yaitu unit *intake*, unit prasedimentasi, unit koagulasi, unit flokulasi, unit sedimentasi, unit filtrasi, desinfeksi, reservoir dan unit pengolahan lumpur. Pada unit *intake*, terdiri dari saluran terbuka, pipa pembawa, pipa pembagi, *barscreen*, sumur pengumpul dengan dilengkapi pompa *submersible* untuk memompakan air baku menuju unit prasedimentasi. Unit koagulasi yang digunakan adalah koagulasi hidrolis yang memakai tawas sebagai koagulan dengan dosis 75 mg/L. Unit flokulasi dirancang sistem hidrolis dengan enam

kompartemen berbentuk segi heksagonal. Pada unit sedimenasi digunakan *plate settler* di zona pengendapan. Unit filtrasi yang digunakan adalah filtrasi pasir cepat dengan jenis media pasir silika dan antrasit. Desinfektan yang digunakan adalah gas klor yang langsung dibubuhkan ke dalam unit reservoir. Berdasarkan perhitungan, pembangunan IPAM akan membutuhkan biaya sebesar Rp. 13.394.635.415.

Kata kunci: air minum, Bendung Gerak Sembayat, biaya, pengolahan air minum

PLANNING OF DRINKING WATER TREATMENT PLAN WITH RAW WATER FROM BENDUNG GERAK SEMBAYAT GRESIK REGENCY

Name : I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107
Departement : Teknik Lingkungan
Supervisor : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

ABSTRACT

The need for clean water is very important for all living things, but currently there has been a phenomenon of scarcity of clean water due to uneven distribution of clean water services to the community. One area that has not been served by clean water is the service zone of Gresik Regency in the north. The regions of Gresik Regency that have not been served with clean water include Panceng District, Ujung Pangkah District, Sidayu District, Dukun District and Bungah District. In line with the national target of the PDAM Gresik Regency, 80% of its people have been met with clean water, so planning for a drinking water treatment plant (IPAM) is needed that will serve the five districts. Clean water used must comply with the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 492/MENKES/PERIV/2010 concerning Drinking Water Quality Requirements. Therefore it is necessary to develop a new drinking water treatment plant (IPAM) to increase the capacity of clean water services.

In this water treatment planning, raw water comes from Gerak Sembayat Dam located on the downstream Bengawan Solo River. Water treatment planning will be divided into 2 stages of development with a capacity of 1000 L/sec, so that each water treatment plant has a capacity of 500 L/sec. The processing units to be used are the intake unit, pre-sedimentation unit, coagulation unit, flocculation unit, sedimentation unit, filtration unit, disinfection, reservoir and sludge treatment unit. At the intake unit, consisting of open channels, carrier pipes, dividing pipes, bar screens, collecting wells equipped with submersible pumps to pump raw water to the pre-sedimentation unit. The coagulation unit used is hydraulic coagulation which uses alum as a coagulant at a dose of 75 mg/L. The flocculation unit is designed by a hydraulic system with six hexagonal shaped compartments. In the sedimentation unit plate settlers are used in the deposition zone. The

filtration unit used is fast sand filtration with silica and anthracite sand media types. The disinfectant used is chlorine gas which is directly applied to the reservoir unit. Based on calculation, construction of water treatment plant is Rp. 13.394.635.415

Keywords: costs, drinking water, drinking water treatment, Gerak Sembayat Dam

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Strata-1 (S-1) Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing selama proses penyelesaian penulisan tugas akhir.
2. Seluruh dosen pengarah penulis selama pengerjaan tugas akhir yang memberikan saran, arahan, dan bimbingan untuk kelancaran penelitian dan penyusunan tugas akhir.
3. Pemerintah Kabupaten Gresik yang memberikan izin untuk penelitian.
4. Kedua orang tua dan saudara kandung penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan.
5. Erialdo Indra Pratama sebagai rekan penulis dalam tugas akhir.
6. Teman-teman S-1 Teknik Lingkungan ITS angkatan 2016 yang selalu memberikan doa dan semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN.....	5
2.1 Umum	5
2.1.1 Kondisi Geografi dan Wilayah Administrasi	5
2.1.2 Topografi	6
2.1.3 Hidrologi.....	7
2.2 Wilayah Perencanaan	7
2.2.1 Potensi Sumber Air Baku.....	7
2.2.2 Kebutuhan Air	8
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	9
3.1 Air	9
3.2 Standar Baku Mutu Air Baku	9
3.3 Standar Baku Mutu Air Minum	10
3.4 Hidrolika.....	10

3.5	Pompa.....	12
3.6	Instalasi Pengolahan Air Minum	13
3.6.1	Bangunan Penangkap Air.....	13
3.6.2	Bak Penenang	14
3.6.3	Unit Prasedimentasi	15
3.6.4	Unit Koagulasi	16
3.6.5	Unit Flokulasi.....	20
3.6.6	Unit Sedimentasi.....	23
3.6.7	Unit Filtrasi	28
3.6.8	Desinfeksi	34
3.6.9	Unit Reservoir	34
3.6.10	Unit Pengolahan Lumpur (<i>Sludge Drying Bed</i>)	35
BAB IV METODE PERENCANAAN		37
4.1	Kerangka Perencanaan	37
4.2	Uraian Tahapan Perencanaan	38
4.2.1	Ide Perencanaan.....	38
4.2.2	Studi Literatur	38
4.2.3	Pengumpulan Data.....	38
4.2.4	Analisis data dan pembahasan	39
4.2.5	Kesimpulan dan Saran.....	41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		43
5.1	Kebutuhan Air	43
5.2	Kapasitas IPAM	47
5.3	Analisis Kualitas Air Baku	48
5.4	Kuantitas Air Baku	48
5.5	Kontinuitas Air Baku	49

5.6	Neraca Air Sungai Bengawan Solo	50
5.7	Alternatif Pengolahan	52
5.8	Lokasi Perencanaan IPAM	54
5.9	Perencanaan Intalasi Perencanaan Air Minum	55
5.5.1	Perencanaan Unit <i>Intake</i>	56
5.5.2	Perencanaan Unit Prasedimentasi	61
5.5.3	Perencanaan Unit Koagulasi	66
5.5.4	Perencanaan Unit Flokulasi	69
5.5.5	Perencanaan Unit Filter Pasir Cepat	78
5.5.6	Perencanaan Desinfeksi	89
5.5.7	Perencanaan Unit Reservoir	89
5.10	BOQ dan RAB	91
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		97
6.1	Kesimpulan	97
6.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		99

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5. 1 Standar Kebutuhan Air Minum	43
Gambar 5. 2 Grafik Kurva Kebutuhan Air Kabupaten Gresik Zona Pelayanan Wilayah Utara	47
Gambar 5. 3 Neraca Air Sungai Bengawan Solo	50
Gambar 5. 4 Grafik Uji Jar-Test	53
Gambar 5. 5 Alternatif Pengolahan	54
Gambar 5. 6 Rencana Lahan untuk Lokasi IPAM	55
Gambar 5. 7 Lokasi Lahan Pembangunan IPAM.....	55

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penggunaan Lahan Eksisting Kabupaten Gresik.....	6
Tabel 3. 1 Kriteria Desain Unit Prasedimentasi	16
Tabel 3. 2 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengadukan Cepat)	19
Tabel 3. 3 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat).....	22
Tabel 3. 4 Kriteria Unit Sedimentasi (Bak Pengendap).....	26
Tabel 3. 5 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat.....	32
Tabel 5. 1 Proyeksi Kebutuhan Air Zona Pelayanan Gresik Utara	44
Tabel 5. 2 Rencana Kapasitas Sistem Zona 4 Gresik Utara.....	47
Tabel 5. 3 Neraca Air Sungai Bengawan Solo	51
Tabel 5. 4 Hasil Uji Jar-Test	52
Tabel 5. 5 Efisiensi Removal Tiap Unit Pengolahan	53
Tabel 5. 6 Distribusi Media Pasir Silika	78
Tabel 5. 7 Distribusi Media Antrasit:.....	79
Tabel 5. 8 Distribusi Media Penyangga.....	79
Tabel 5. 9 Nilai Nre dan Cd Media Pasir Silika	80
Tabel 5. 10 Nilai Nre dan Cd tiap diameter media antrasit	80
Tabel 5. 11 Nilai Vs dan ϵ_e Media Pasir Silika	82
Tabel 5. 12 Nilai Vs dan ϵ_e Media Antrasit.....	83
Tabel 5. 13 BOQ dan RAB IPAM Tahap 1	91

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan utama bagi manusia dan juga makhluk hidup lainnya, namun saat ini telah terjadi fenomena kelangkaan air bersih karena tidak meratanya pelayanan air bersih kepada masyarakat. Air bersih yang digunakan sehari-hari harus sesuai dengan standar yang berlaku yaitu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomer 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Untuk memperoleh air sesuai standar perlu dilakukan suatu proses pengolahan air melalui sebuah instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang akan mengolah air baku menjadi air bersih yang sesuai standar.

Pemerintah menggalakan pembangunan sektor air minum dengan cara melengkapi perangkat hukum dan peraturanya kemudian dijadikan basis dalam implementasi kebijakan strategis. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60 L/detik untuk segala keperluannya. Pemanfaatan air sebagai air bersih dan air minum tidak dapat dilakukan secara langsung, akan tetapi membutuhkan proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan dilakukan agar air tersebut dapat memenuhi standar sebagai air bersih maupun air minum.

Kabupaten Gresik merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur dengan luas 1.191,25 km². Sampai saat ini penyediaan air bersih untuk masyarakat di Kabupaten Gresik masih dihadapkan pada beberapa permasalahan salah satunya yakni rendahnya tingkat pelayanan produksi air bersih untuk masyarakat. Salah satu daerah yang belum terlayani adalah zona pelayanan Kabupaten Gresik wilayah utara. Daerah pelayanan Kabupaten Gresik bagian utara meliputi Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun dan Kecamatan Bungah.

Sesuai target nasional PDAM Kabupaten Gresik yaitu sebesar 80 % masyarakatnya terpenuhi air bersihnya sehingga diperlukan perencanaan IPAM yang akan melayani kelima kecamatan tersebut. Air baku yang akan diolah di IPAM berasal dari Bendung Gerak Sembayat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik adalah:

1. Bagaimanakah kualitas air baku di Bendung Gerak Sembayat sebagai air baku untuk suatu instalasi pengolahan air minum (IPAM)?
2. Bagaimanakah merencanakan instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang mengolah air baku dari Bendung Gerak Sembayat untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Gresik wilayah utara?
3. Berapakah biaya yang diperlukan untuk perencanaan instalasi pengolahan air minum dengan air baku dari Bendung Gerak Sembayat?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik adalah:

1. Menganalisis kualitas dan kuantitas air baku di Bendung Gerak Sembayat sebagai air baku untuk suatu instalasi pengolahan air minum (IPAM).
2. Merencanakan instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang mengolah air baku dari Bendung Gerak Sembayat untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Gresik wilayah utara.
3. Menganalisis biaya yang diperlukan untuk perencanaan instalasi pengolahan air minum (IPAM) dengan air baku dari Bendung Gerak Sembayat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik adalah:

1. Wilayah perencanaan yaitu Kabupaten Gresik wilayah utara yang meliputi Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun dan Kecamatan Bungah.
2. Aspek yang akan ditinjau dalam perencanaan unit pengolahan air minum meliputi aspek teknis dan finansial.
3. Air baku yang digunakan untuk instalasi pengolahan air minum (IPAM) adalah air baku dari Bendung Gerak Sembayat.
4. Debit perencanaan air bersih didasarkan pada kebutuhan air masyarakat Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun dan Kecamatan Bungah.
5. Standar yang digunakan dalam analisis kualitas air baku dari Bendung Gerak Sembayat yaitu berdasarkan pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
6. Baku mutu dari parameter kualitas air bersih diacu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
7. Gambar *detail engineering design* (DED).
8. Analisis yang diperlukan meliputi Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik adalah:

1. Menjadi referensi bagi PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik dalam perencanaan instalasi pengolahan air minum baru.

2. Memanfaatkan sumber air yang ada untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kabupaten Gresik wilayah utara.
3. Menghasilkan perencanaan untuk pengembangan instalasi pengolahan air minum di Kabupaten Gresik.

BAB II

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

2.1 Umum

Kabupaten Gresik merupakan sebuah kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Semula Kabupaten Gresik bernama Kabupaten Surabaya. Wilayah Kabupaten Gresik juga mencakup Pulau Bawean, yang berada sekitar 150 km lepas pantai Laut Jawa. Kabupaten Gresik merupakan salah satu penyangga utama Kota Surabaya dan termasuk dalam kawasan Gerbangkertosusilo (akronim dari Gresik–Bangkalan–Mojokerto–Surabaya–Sidoarjo–Lamongan). Secara umum kondisi Kabupaten Gresik dapat dilihat melalui beberapa aspek meliputi profil wilayah dan geografi, topografi dan tata guna lahan, serta hidrologinya.

2.1.1 Kondisi Geografi dan Wilayah Administrasi

Kabupaten Gresik memiliki luas 1.191,25 km² dengan panjang pantai 140 km. Secara geografis, wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 122°-133° Bujur Timur dan 7°-8° Lintang Selatan. Secara umum, wilayah Kabupaten Gresik dibagi menjadi dua, yaitu Gresik daratan dan Pulau Bawean.

Secara administrasi pemerintahan, Kabupaten Gresik terdiri dari 18 kecamatan, 330 desa dan 26 keluarahan. Kecamatan–kecamatan yang ada di Kabupaten Gresik antara lain Kecamatan Wringinanom, Kecamatan Driyerejo, Kecamatan Kedamean, Kecamatan Menganti, Kecamatan Cerme, Kecamatan Benjeng, Kecamatan Balongpanggang, Kecamatan Duduksampeyan, Kecamatan Kebomas, Kecamatan Gresik, Kecamatan Manyar, Kecamatan Bungah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun, Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujungpangkah, Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak. Batas–batas administratif Kabupaten Gresik yaitu:

Utara	: Laut Jawa
Timur	: Selat Madura
Selatan	: Kabupaten Sidoarjo, Mojokerto dan Surabaya.

Barat : Kabupaten Lamongan

2.1.2 Topografi

Wilayah Kabupaten Gresik pada umumnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2–12 di atas permukaan laut, kecuali Kecamatan Panceng yang memiliki ketinggian 25 meter di atas permukaan laut. Hampir sepertiga bagian dari wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu sepanjang Kecamatan Kebomas, sebagian Kecamatan Gresik, Kecamatan Manyar, Kecamatan Bungah dan Kecamatan Ujungpangkah. Sedangkan Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak berada di Pulau Bawean (Profil Kabupaten Gresik, 2017).

Penggunaan tanah di wilayah Kabupaten Gresik dapat dibedakan menjadi perumahan, tanah belum terbangun (tanah kering, sawah, tambak), perdagangan dan jasa, industri, pergudangan, ruang terbuka hijau dan makam, serta fasilitas umum. Luas penggunaan lahan eksisting Kabupaten Gresik dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Penggunaan Lahan Eksisting Kabupaten Gresik

No	Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)
1	Air tawar	2.182,37
2	Belukar	5.641,21
3	Empang	30.302,74
4	Hutan	6.281,26
5	Hutan rawa	1.954,97
6	Industri dan pergudangan	2.688,00
7	Kebun	7.909,11
8	Pemukiman	10.478,21
9	Penguapan garam	453,19
10	Rumput	1.986,03
11	Sawah irigrasi	14.104,10

No	Penggunaan Lahan	Luas Lahan (Ha)
12	Sawah tadah hujan	26.935,02
13	Tanah lading	13.945,28
14	Tanah Rawa	219,03
	Total	125.080,51

Sumber: RISPAM Kabupaten Gresik 2015 – 2030

2.1.3 Hidrologi

Terdapat dua sungai besar yang melintasi Kabupaten Gresik yaitu Sungai Brantas dan Sungai Bengawan Solo. Selain itu juga terdapat Kali Lamong yang terletak di Kecamatan Cerme dan Sungai Kalimas yang terletak di Kecamatan Driyorejo. Pola aliran sungai di Kabupaten Gresik memperlihatkan wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah muara Sungai Bengawan Solo dan Kali Lamong dan juga dilalui oleh Kali Surabaya di wilayah selatan. Sungai-sungai ini memiliki sifat aliran dan kandungan unsur hara yang berbeda. Sungai Bengawan Solo mempunyai debit air yang cukup tinggi dengan membawa sedimen lebih banyak dibandingkan dengan Kali Lamong, sehingga pendangkalan di Sungai Bengawan Solo lebih cepat terjadi. Dengan adanya peristiwa tersebut mengakibatkan timbulnya tanah-tanah oloran yang seringkali oleh penduduk dimanfaatkan untuk lahan pertanian (RPJMD Kabupaten Gresik, 2016 – 2021).

2.2 Wilayah Perencanaan

2.2.1 Potensi Sumber Air Baku

Pada perencanaan instalasi pengolahan air minum ini memanfaatkan sumber air baku dari Bendung Gerak Sembayat. Bendung Gerak Sembayat terletak di Kecamatan Bungah tepatnya di Desa Sidomukti. Terletak ± 39 km di Hulu Muara Sungai Bengawan Solo. Bendung Gerak Sembayat dimanfaatkan sebagai penampung kelebihan air dari daerah aliran Sungai Bengawan Solo bagian hilir, irigrasi dan kegiatan industri.

Volume air baku dari Bendung Gerak Sembayat sebesar 10 juta m³. Yang debit pemanfaatanya dibagi sebagai berikut:

- Untuk irigrasi = 0,783 m³/detik
 - Untuk PDAM = 1,109 m³/detik
 - Untuk industri = 0,619 m³/detik
- Total kebutuhan= 2,511 m³/detik

2.2.2 Kebutuhan Air

Saat ini pelayanan air bersih dari PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik hanya mencukupi 43 % masyarakat di 11 kecamatan, masih jauh dari target pelayanan PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik yaitu 80 % masyarakatnya terlayani air bersih. Saat ini jumlah produksi PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik sebesar 1.327 L/detik, sehingga membutuhkan instalasi pengolahan air minum baru.

Kebutuhan air bersih berbeda antar daerah satu dengan yang lain. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan air bersih menurut (Linsey dan Franzini , 1986) adalah :

1. Iklim
2. Ciri-ciri penduduk
3. Masalah lingkungan hidup
4. Keberadaan industri dan perdagangan
5. Iuran air dan meteran
6. Ukuran daerah

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Air

Menurut PP No 82 Tahun 2001, air adalah semua air yang berasal dari sumber air dan terdapat di atas permukaan tanah. Dalam pengertian ini, yang tidak termasuk adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah dan air laut sedangkan pengertian dari air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses langsung diminum (SNI 0004.2008). Klasifikasi mutu air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 ditetapkan menjadi 4 kelas:

- a) Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dana atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b) Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dana atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
- c) Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dana atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d) Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan pengairan, pertanaman dana atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3.2 Standar Baku Mutu Air Baku

Pengolahan air minum membutuhkan air baku dalam produksinya. Dalam pemenuhan air baku ditetapkan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu Peraturan Pemerintah

No 82 Tahun 2001 tanggal 14 Desember 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

3.3 Standar Baku Mutu Air Minum

Air minum yang telah dioah dan akan dikonsumsi oleh masyarakat harus memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Dengan adanya standar baku mutu, maka setiap industri diharuskan untuk memiliki pengolahan air sendiri-sendiri. Hal tersebut akan mengurangi beban pencemaran yang diterima oleh sungai dan sumber air lainnya. Kualitas air baku yang baik akan mengurangi biaya proses pengolahan air minum. Standar baku mutu air minum yang berlaku di Indonesia saat ini adalah PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

3.4 Hidrolika

Air dapat mengalir dikarenakan oleh perbedaan tekanan pada suatu titik acu aliran air. Berdasarkan mekanika aliran, aliran air dibedakan menjadi dua yaitu aliran saluran terbuka dan aliran saluran tertutup. Yang membedakan kedua aliran tersebut adalah yaitu aliran saluran terbuka memiliki permukaan penampang bebas yang terdapat kontak dengan udara, sedangkan aliran saluran tertutup tidak memiliki permukaan penampang bebas karena air mengisi seluruh penampang dari saluran. Rumus Manning adalah rumus yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran terbuka. Rumus saluran terbuka dapat dilihat pada persamaan 3.1-3.2.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.1)$$

Keterangan:

- Q = debit aliran (L/detik)
- n = koefisien kekerasan Manning
- A = luas penampang basah (m²)
- R = jari-jari hidrolik (m)
- S = kemiringan dasar saluran

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b+2h} \quad (3.2)$$

Keterangan:

- P = keliling basah (m)
- b = lebar saluran (m)
- h = kedalaman saluran (m)

Modifikasi saluran terbuka berupa *weir* dan *gutter* dapat dilihat pada persamaan 3.3-3.4.

$$L = Q / WLR \quad (3.3)$$

Keterangan:

- L = panjang *weir* (m)
- WLR = *weir loading rate* (m³/m.detik)

$$w = \frac{Q}{\sqrt{yc^2 \times g}} \quad (3.4)$$

- w = lebar *gutter* (m)
- yc = tinggi muka air di *gutter* (m)

Kehilangan energi atau *headloss* adalah turunya *head* (tekanan dan energi) pada suatu aliran. Kehilangan energi dibedakan menjadi dua (tergantung pada penyebabnya), yaitu *major loss* dan *minor loss*. *Major loss* adalah *headloss* yang terjadi karena adanya gesekan atau *friction* antara air dengan dinding pipa. Beberapa faktor yang mempengaruhi *headloss* ditunjukkan oleh persamaan Hazen-Wiliam. Perhitungan *headloss* pada pipa dilihat pada persamaan 3.5.

$$h_f = \frac{L}{(0,00155 \times C \times D^2)^{1,85}} \times Q^{1,85} \quad (3.5)$$

Keterangan:

- h_f = *major loss* (m)
- L = panjang pipa (cm)
- Q = debit aliran (L/detik)
- C = koefisien Hazen-Wiliam

Jenis *headloss* yang kedua adalah *minor loss*, yaitu kehilangan energi akibat hambatan aliran oleh adanya perlengkapan atau aksesoris pada pipa. Perhitungan *headloss* dapat dilihat pada persamaan 3.6.

$$h_f = K \times \frac{v^2}{g} \quad (3.6)$$

3.5 Pompa

Tekanan pompa tergantung kepada *head* yang dibutuhkan. Berdasarkan rumus Bernaulli perhitungan *head* pompa dapat dilihat pada persamaan 3.7.

$$h_p = h_s + h_f \text{ total} + h \text{ sisa} \quad (3.7)$$

Keterangan:

h_p = tekanan total pompa (m)

h_s = tekanan statis (m)

h_f total = kehilangan tekanan pada pipa (m)

h sisa = sisa tekan (m)

Dalam pengoprasian pompa dibutuhkan daya listrik yang nantinya akan menentukan kebutuhan listrik selama proses operasional. Untuk menghitung daya pompa dapat dilihat pada persamaan 3.8-3.10.

$$\text{HHP} = \frac{Q \times y \times h_p}{75} \quad (3.8)$$

$$\text{BHP} = \frac{\text{HHP}}{\eta_p} \quad (3.9)$$

$$\text{Nd} = \frac{\text{BHP} (1 + \alpha)}{\eta_{\text{trans}}} \quad (3.10)$$

Keterangan:

HHP = daya hidrolik pompa (H_p)

BHP = daya poros pompa (H_p)

Nd = daya penggerak (H_p)

Q = debit (m^3/detik)

y = berat spesifik cairan (kg/m^3)

h_p = total *head* pompa

η_p = efisiensi pompa (60% - 85%)

η_{trans} = efisiensi transmisi pompa (75% - 95%)

α = faktor cadangan (untuk motor induksi 0,1 – 0,2)

3.6 Instalasi Pengolahan Air Minum

Instalasi pengolahan air minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi dan desinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan proses juga instrumen pengukuran yang dibutuhkan instalasi ini harus didesain untuk menghasilkan air yang layak dikonsumsi masyarakat bagaimanapun kondisi cuaca dan lingkungan. Selain itu, 7 sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama dan murah dalam pembiayaan (Kawamura, 1991). Pemilihan masing-masing unit operasi yang digunakan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis dan karakteristik air, variasi, debit air, kualitas hasil olahan yang diinginkan, pertimbangan kemudahan dalam operasi dan pemeliharaan yang berkaitan dengan ketersediaan teknologi dan tenaga terampil serta aspek finansial menyangkut biaya yang harus disediakan untuk pembangunan instalasi serta biaya operasionalnya. Sedangkan pengolahan air secara khusus yang disesuaikan dengan kondisi sumber air baku dan atau keperluan/peruntukan penggunaannya dapat dilakukan diantaranya dengan *reverse osmosis*, *ion exchange*, adsorpsi, dan pelunakan air (Darmasetiawan, 2004).

3.6.1 Bangunan Penangkap Air

Intake merupakan bangunan penangkap atau pengumpul air baku dari suatu sumber sehingga air baku tersebut dapat dikumpulkan dalam suatu wadah untuk selanjutnya diolah. Unit ini berfungsi untuk:

- Mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air yang dibutuhkan oleh instalasi pengolahan.
- Menyaring benda-benda kasar dengan menggunakan *barscreen*.
- Mengambil air baku sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumber.
- Bangunan *intake* dilengkapi dengan *screen*, pintu air, dan saluran pembawa.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan *intake*:

- Kecepatan aliran (Qasim, Motley, & Zhu, 2000):

Rumus:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (3.11)$$

Keterangan:

v = kecepatan (m/s)

Q = debit aliran (m³/s)

A = luas bukaan (m²)

- Kriteria desain (Qasim, Motley, & Zhu, 2000):
 - Kecepatan aliran pada saringan kasar < 0,08 m/s
 - Kecepatan aliran pada pintu *intake* < 0,08 m/s
 - Kecepatan aliran pada saringan halus < 0,2 m/s
 - Lebar bukaan saringan kasar < 5-8 cm
 - Lebar bukaan saringan halus \pm 5 cm

3.6.2 Bak Penenang

Bak penenang digunakan dengan tujuan untuk menstabilkan tinggi muka air baku yang dialirkan dari *intake*. Unit ini juga mengatur dan menampung air baku, sehingga jumlah air baku yang akan diproses pada instalasi pengolahan air minum bisa dilaksanakan dengan mudah dan akurat. Kriteria desain dari bak penenang ini adalah sebagai berikut:

- Bak penenang dapat berbentuk persegi panjang maupun bulat.
- *Overflow* berupa pipa atau pelimpah diperlukan untuk mengatasi terjadinya tinggi muka air yang melebihi kapasitas bak. Pipa *overflow* harus dapat mengalirkan minimum $1/5$ x debit *inflow*.
- *Freeboard* dari bak penenang sekurang-kurangnya 60 cm.
- Waktu detensi bak penenang > 1,5 menit.

3.6.3 Unit Prasedimentasi

Unit prasedimentasi berfungsi menangkap benda kasar yang mudah mengendap yang terkandung dalam air baku seperti pasir atau dapat juga disebut partikel diskrit. Partikel diskrit adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk selama proses pengendapan.

Penggunaan unit prasedimentasi selalu ditempatkan pada awal proses pengolahan air, sehingga dapat dicapai penurunan kekeruhan. Unit prasedimentasi merupakan bak pengendapan material pasir dan lain-lain yang tidak tersaring pada *screen*, serta merupakan pengolahan fisik yang kedua. Pada umumnya bentuk dari bak prasedimentasi adalah segiempat dan melingkar. Pada unit ini tidak ada penambahan bahan kimia, dan pengendapan yang digunakan adalah pengendapan secara gravitasi.

- Rasio panjang-lebar bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000):

$$\text{Rumus rasio} = \frac{p}{l} \quad (3.12)$$

Keterangan:

p = panjang bak (m)

l = lebar bak (m)

- Surface loading rate (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

$$v_t = \frac{Q}{A} \quad (3.13)$$

Keterangan:

v_t = *surface loading rate* (m/detik)

Q = debit bak (m³/detik)

A = luas permukaan (m²)

- Pada zona pengendapan terjadi proses pengendapan dari partikel flokulen, aliran air sangat berpengaruh dalam proses ini karena aliran tersebut data menjaga kebutuhan flokulen agar tidak terpecah ($Nre < 2000$) dan cukup waktu untuk mengendap dan ($Nfr < 10^{-5}$) agar aliran tetap stabil.

$$Nre = \frac{v_h \times R}{\mu} \quad (3.14)$$

$$Nfr = \frac{v_h^2}{g \times R} \quad (3.15)$$

Keterangan:

v_h = kecepatan horizontal (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

μ = viskositas absolut (N.detik/m²)

Tabel 3. 1 Kriteria Desain Unit Prasedimentasi

Parameter	Kriteria
Waktu detensi (jam)	0,5 - 3
Suface loading (m/hari)	20 - 80
Kedalaman (m)	1,5 - 2,5
Rasio panjang / lebar	4:1 - 6:1
Rasio lebar / kedalaman	5:1 - 20:1

3.6.4 Unit Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai destabilisasi muatan atau melemahkan muatan pada koloid dan padatan tersuspensi oleh koagulan. Tujuan destabilisasi adalah untuk mengurangi sifat tolak-menolak partikel dan sehingga koloid dan padatan tersuspensi tersebut dihilangkan dalam proses berikutnya (AWWA, 1990). Destabilisasi partikel dapat diperoleh melalui mekanisme:

1. Pemanfaatan lapisan ganda elektrik
 2. Adsorpsi dan netralisasi muatan
 3. Penjaringan partikel koloid dalam presipitat
 4. Adsorpsi dan pengikatan antar partikel
- Secara umum proses koagulasi berfungsi untuk:
1. Mengurangi kekeruhan akibat adanya partikel koloid anorganik maupun organik di dalam air.
 2. Mengurangi warna yang diakibatkan oleh partikel koloid di dalam air.
 3. Mengurangi bakteri-bakteri pathogen dalam partikel koloid, algae, dan organisme plankton lain.
 4. Mengurangi rasa dan bau yang diakibatkan oleh partikel koloid dalam air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi koagulasi antara lain:

1. Intesitas pengadukan
2. Gradien kecepatan
3. Karakteristik koagulan, dosis, dan konsentrasi
4. Karakteristik air baku, kekeruhan, alkalinitas, pH, dan suhu

Derajat pengadukan didasarkan pada daya (*power*) yang diberikan ke dalam air, dalam hal ini diukur oleh gradien kecepatan. Laju tabrakan partikel proporsional terhadap gradien kecepatan ini, sehingga gradien tersebut harus mencukupi untuk menghasilkan laju tabrakan partikel yang diinginkan.

Dikarenakan proses koagulasi dipengaruhi oleh faktor nomor 3 dan 4 di atas, maka dosis koagulan yang akan digunakan pada proses koagulasi ditentukan melalui prosedur *jar-test* di laboratorium. Pada dasarnya prosedur *jar-test* tersebut merupakan simulasi dari proses koagulasi dimana sampel air baku dituangkan pada satu seri gelas reaksi dan dibubuhkan koagulan dalam berbagai dosis, kemudian diberi putaran dengan kecepatan tinggi dan rendah untuk meniru proses koagulasi dan flokulasi. Aspek terpenting yang harus diperhatikan pada proses ini adalah waktu terbentuk flok, ukuran flok, karakteristik sedimentasi, persentase turbiditas dan warna yang dihilangkan, dan pH akhir air yang telah terkoagulasi dan terendapkan.

Pengadukan Cepat (*Rapid Mixing*)

Tipe alat yang biasanya digunakan untuk memperoleh intensitas pengadukan dan gradien kecepatan yang tepat bisa diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pengaduk mekanis

Pengadukan secara mekanis adalah metode yang paling umum digunakan karena metode ini dapat diandalkan, sangat efektif, dan fleksibel pada pengoprasiannya. Biasanya pengadukan cepat menggunakan *turbine impeller*, *paddle impeller*, atau *propeller* untuk mengasilkan turbulensi (Reynolds, 1982). Pengadukan tipe ini pun tidak terpengaruhi oleh variasi debit dan memiliki *headloss* yang sangat kecil.

2. Pengaduk pneumatis

Pengadukan tipe ini mempengaruhi tangka dan peralatan aerasi yang kira-kira mirip dengan peralatan yang digunakan pada proses lumpur aktif. Rentang waktu

detensi dan gradien kecepatan yang digunakan sama dengan pengadukan secara mekanis. Variasi gradien kecepatan bisa diperoleh dengan memvariasikan debit aliran udara. Pengadukan tipe ini tidak terpengaruh oleh variasi debit memiliki *headloss* yang relatif kecil.

3. Pengaduk hidrolis

Pengaduk secara hidrolis dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain dengan menggunakan *baffle basins*, *weir*, *flume*, dan loncatan hidrolis. Pengadukan hidrolis menggunakan efek gravitasi, sehingga terjadi besaran tinggi terjun atau kehilangan tekanan pada pipa (Joko, 2010). Hal ini dapat dilakukan karena masing-masing alat tersebut menghasilkan aliran yang turbulen karena terjadinya perubahan arah aliran secara tiba-tiba. Sistem ini lebih banyak dipergunakan di negara berkembang terutama di daerah yang jauh dari kota besar, sebab pengadukan jenis ini memanfaatkan energi dalam aliran yang menghasilkan nilai gradien kecepatan (G) yang tinggi, serta tidak perlu mengimpor peralatan, mudah dioperasikan, dan pemeliharaan yang minimal (Schulz, 1992). Tetapi metode ini memiliki kekurangan antara lain tidak bisa disesuaikan dengan keadaan dan aplikasinya sangat terbatas pada debit yang spesifik.

Dosis koagulan yang diperlukan tergantung dari jenis koagulan yang digunakan, kekeruhan air, warna, *pH*, temperatur, dan waktu pencampuran. Penentuan dosis optimum koagulan secara eksperimental dengan *jar-test* (Darmasetiawan, 2001). Koagulan yang umum digunakan adalah aluminium sulfat atau tawas. Keuntungan dari menggunakan tawas adalah harga relatif murah dan dikenal relatif luas oleh operator sehingga tidak perlu pengawasan khusus (Anggraini, 2008). Persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Persamaan waktu detensi dan gradien kecepatan yang digunakan untuk unit koagulasi hidrolis adalah sebagai berikut (Qasim, Motley, & Zhu, 2000):

$$td = \frac{v}{Q} \quad (3.16)$$

Keterangan:

- G = gradien kecepatan (detik⁻¹)
 V = volume bak (m³)
 g = percepatan gravitasi (m/detik²)
 h = *headloss* karena friksi dan turbulensi (m)
 v = viskositas kinematik (m²/detik)
 td = waktu detensi (detik)

Besarnya nilai (G) pada terjunan hidrolik dipengaruhi oleh tinggi terjunan yang dirancang sehingga (h_L) merupakan fungsi dari ketinggian terjunan (h), semakin besar nilai h_L maka semakin besar pula nilai G yang dapat dilihat pada persamaan 3.17.

$$G = \sqrt{\frac{g \times h_L}{v \times td}} \quad (3.17)$$

Keterangan:

h_L = kehilangan tekanan (N.detik/m²)

Tabel 3. 2 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengadukan Cepat)

Unit	Kriteria
Tipe	Hidrolisis : - Terjunan - Saluran bersekat Mekanis : - <i>Blade, padle</i>
Waktu pengadukan (detik)	1 - 5
Nilai G/detik	>750

Sumber: SNI 6774:2008 Tentang Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

3.6.5 Unit Flokulasi

Flokulasi adalah proses pembentukan flok pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel yang goyah sehingga meningkatkan peyantuanya (aglomerasi). Proses saling mengikat antar partikel atau terjadinya pembentukan flok dapat dijelaskan dalam berbagai macam teori. Pertama, pembentukan flok terjadi karena adanya tumbukan partikel koloid antar koagulan (*sweep coagulation*). Kedua, pembentukan flok terjadi karena terjadi penetralan/ pemuatan partikel koloid yang dilanjutkan dengan adanya gaya tarik menarik antar partikel. Ketiga, pembentukan penghubung polimer (*inter particle bridging*).

Pengadukan lambat digunakan dalam proses flokulasi karena (Saputri, 2011):

- a. Memberikan kesempatan kepada partikel flok yang sudah terbentuk inti flok untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar.
- b. Memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil.
- c. Mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Terdapat beberapa kategori sistem pengadukan untuk melakukan flokulasi ini, yaitu:

1. Pengadukan mekanis
Pengadukan mekanis adalah metoda pengadukan menggunakan peralatan mekanis yang terdiri atas motor, poros pengaduk (*shaft*), dan alat pengaduk (*impeller*). Peralatan tersebut digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam *impeller*, yaitu pedal (*paddle*), *turbine*, dan baling-baling (*propeller*).
2. Pengadukan hidrolis
Pengadukan hidrolis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan lambat adalah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang lebih kecil. Aliran air dibuat relatif lebih tenang dan dihindari terjadinya turbulensi agar flok yang terbentuk tidak pecah lagi. Beberapa contoh pengadukan hidrolis untuk pengadukan lambat adalah kanal bersekat (*baffle channel*, *peforated wall*, *gravel bed*) dan sebagainya.

Perhitungan turbulensi aliran yang diakibatkan oleh kehilangan tekanan dalam bak didasarkan pada persamaan:

1. Perhitungan gradient kecepatan (G)

Persamaan matematis yang dipergunakan untuk menghitung gradien kecepatan adalah:

$$G = \sqrt{\frac{g \times h_L}{v \times t_d}} \quad (3.18)$$

Keterangan:

G = gradien kecepatan (detik⁻¹)

V = volume bak (m³)

g = percepatan gravitasi (m/detik⁻²)

h = *headloss* karena friksi, turbulensi, dll (m)

v = viskositas kinematic (m²/detik)

t_d = waktu detensi (detik)

2. Perhitungan kehilangan tekanan total (H_{tot})

Kehilangan tekanan total sepanjang saluran ini diperoleh dengan menjumlah kehilangan tekanan pada saat saluran lurus dan pada belokan.

$$h_{tot} = h_L + h_b \quad (3.19)$$

Keterangan:

- a. h_b adalah kehilangan tekanan pada belokan. Persamaan untuk menghitung besarnya kehilangan tekan ini adalah sebagai berikut:

$$h_b = k \frac{v_b^2}{2g} \quad (3.20)$$

Keterangan:

h_b = kehilangan tekan di belokan (m)

k = koefisien gesek, diperoleh secara empiris

v_b = kecepatan aliran pada belokan (m/detik)

g = percepatan gravitasi (m/detik²)

- b. h_L adalah kehilangan gravitasi tekanan pada saat aliran lurus. Kehilangan tekanan ini terjadi pada saluran terbuka sehingga perhitungannya didasarkan pada persamaan Manning:

$$v_L = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.21)$$

$$h_L = \left(\frac{n v_L L^{1/2}}{R^{2/3}} \right)^2 \quad (3.22)$$

Keterangan :

h_L = kehilangan tekan pada saat lurus (m)

n = koefisien Manning

v_L = kecepatan aliran pada saluran lurus (m/detik)

L = panjang saluran (m)

R = jari-jari basah (A/P) (m)

A = luas basah (m²)

P = keliling basah (m)

Tabel 3. 3 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)

Kriteria desain	Flokulator hidrolis	Flokulator mekanis sumbu horizontal	Flokulator mekanis sumbu vertikal	Flokulator <i>clarifier</i>
G (gradient kecepatan) 1/detik	60 (menurun) - 5	60 (menurun) - 10	70 (menurun) - 10	100 - 10
Waktu tinggal (menit)	30 - 45	30 - 40	20 - 40	20 - 100
Tahap flokulasi (buah)	6 - 10	3 - 6	2 - 4	1

Kriteria desain	Flokulator hidrolis	Flokulator mekanis sumbu horizontal	Flokulator mekanis sumbu vertikal	Flokulator clarifier
Pengendalian energi	Bukaan pintu/sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran air
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 *

Keterangan : * termasuk ruang sludge blanket

Sumber: SNI 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

3.6.6 Unit Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dari cairan dengan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan partikel tersuspensi yang terdapat dalam cairan tersebut (Reynolds, 1982). Sedimentasi pada pengolahan air ditunjukkan untuk:

1. Pengendapan air permukaan untuk penyisihan partikel diskrit.
2. Pengendapan flok hasil koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum disaring dengan filter pasir cepat.

3. Pengendapan lumpur hasil pembubuhan soda-kapur pada proses penurunan kesadahan.
4. Pengendapan presipitat pada penyisihan besi dan mangan dengan oksidasi.

Berdasarkan pada jenis partikel dan kemampuan partikel untuk berinteraksi, sedimentasi dapat diklasifikasikan ke dalam empat tipe, yaitu:

1. Pengendapan tipe I, *free settling*
Pengendapan partikel diskrit, partikel mengendap secara individual dan tidak ada interaksi antar partikel.
2. Pengendapan tipe II, *flocculent settling*
Pengendapan partikel flokulen, terjadi interaksi antar partikel sehingga ukuran meningkat dan kecepatan pengendapan bertambah.
3. Pengendapan tipe III, *zone/ hindered settling*
Pengendapan pada lumpur biologis, di mana gaya antar partikel saling menahan partikel lain untuk mengendap.
4. Pengendapan tipe IV, *compression settling*
Pengendapan terjadi pemampatan partikel yang telah mengendap yang terjadi karena berat partikel.

Bak sedimentasi yang ideal dibagi menjadi 4 zona yaitu zona *inlet*, zona *outlet*, zona lumpur dan zona pengendapan. Ada 3 bentuk dasar dari bak pengendapan yaitu *rectangular*, *circular*, dan *square*. Ada beberapa cara untuk meningkatkan performa dari proses sedimentasi, antara lain:

- Peralatan aliran laminar yang meningkatkan performa dengan membuat kondisi aliran mendekati ideal. Alat yang digunakan antara lain berupa *tube settler* ataupun *plate settler* yang dipasang pada outlet bak. Alat tersebut meningkatkan penghilangan padatan karena jarak pengendapan ke zona lumpur berkurang, sehingga *surface loading rate* berkurang dan padatan mengendap lebih cepat (Qasim, Motley, & Zhu, 2000).
- Peralatan *solid-contact* yang didesain untuk meningkatkan efisiensi flokulasi dan kesempatan yang lebih besar untuk partikel berkontak dengan *sludge blanket* sehingga memungkinkan pembentukan flok yang lebih besar.

Rumus-rumus dan kriteria desain yang digunakan dalam perhitungan sedimentasi, yaitu:

- Rasio panjang-lebar bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000):

$$\text{Rumus rasio} = \frac{p}{l} \quad (3.23)$$

Keterangan:

p = panjang bak (m)

l = lebar bak (m)

- Surface loading rate (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

$$v_t = \frac{Q}{A} \quad (3.24)$$

Keterangan:

v_t = *surface loading rate* (m/detik)

Q = debit bak (m³/detik)

A = luas permukaan (m²)

- Pada zona pengendapan terjadi proses pengendapan dari partikel flokulen, aliran air sangat berpengaruh dalam proses ini karena aliran tersebut data menjaga kebutuhan flokulen agar tidak terpecah ($Nre < 2000$) dan cukup waktu untuk mengendap dan ($Nfr < 10^{-5}$) agar aliran tetap stabil.

$$Nre = \frac{v_h \times R}{\mu} \quad (3.25)$$

$$Nfr = \frac{v_h^2}{g \times R} \quad (3.26)$$

Keterangan:

v_h = kecepatan horizontal (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

μ = viskositas absolut (N.detik/m²)

- Kecepatan aliran di *tube settler* atau *plate settler* (Montgomery, 1985)

$$V_o = \frac{Q}{A \sin \alpha} \quad (3.27)$$

Keterangan:

V_o = kecepatan aliran pada *settler* (m/detik)

Q = debit bak (m³/detik)

A = luas permukaan (m²)

α = kemiringan *settler*

- Waktu detensi bak (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

$$T = \frac{V_b}{Q} \quad (3.28)$$

Keterangan:

T = waktu detensi (detik)

V_b = volume bak (m³)

Q = debit bak (m³/detik)

- Waktu detensi *settler* (Qasim, Motley, & Zhu, 2000)

$$T = \frac{V_s}{Q} \quad (3.29)$$

Keterangan:

T = waktu detensi (detik)

V_s = volume bak (m³)

Q = debit bak (m³/detik)

- Pada unit sedimentasi terdapat *plate settler* yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan. Sudut yang disarankan adalah 45°-60°. Kecepatan aliran pada *plate settler* dihitung pada persamaan 3.30 (Kawamaru, 1991).

$$A = \frac{Q}{v_o} \times \frac{w/\sin \theta}{h.\cos \theta + w.\cos^2 \theta} \quad (3.30)$$

Keterangan:

A = luas *settler* (m²)

v_o = kecepatan aliran pada *settler* (m/detik)

θ = sudut kemiringan *plate*

h = kedalaman (m)

w = jarak *settler* (m)

Tabel 3. 4 Kriteria Unit Sedimentasi (Bak Pengendap)

Kriteria Umum	Bak Persegi (aliran horizontal)	Bak Persegi Aliran Vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak Bundar (aliran vertical-radial)	Bak Bundar (kontak padatan)	Clarifier
Beban permukaan (m ³ /m ² .jam)	0,8 - 2,5	3,8 - 7,5	1,3 - 1,9	2 - 3	0,5 - 1,5
Kedalaman (m)	3 - 6	3 - 6	3 - 5	3 - 6	0,5 - 1,0
Waktu retensi (jam)	1,5 - 3	0,07 ***)	1 - 3	1 - 2	2 - 2,5
Lebar / panjang (m)	> 1/5	-	-	-	-
Beban pelimpah (m ³ /m.jam)	<11	<11	3,8 - 15	7 - 15	7,2 - 10
Bilangan Reynold	<2000	<2000	-	-	<2000
Kecepatan pada pelat/tabung pengendap (m/menit)	-	Max 0,15	-	-	-
Bilangan Froude	>10 ⁻⁵	>10 ⁻⁵	-	-	>10 ⁻⁵
Kecepatan vertical (cm/menit)	-	-	-	<1	<1

Kriteria Umum	Bak Persegi (aliran horizontal)	Bak Persegi Aliran Vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak Bundar (aliran vertical-radial)	Bak Bundar (kontak padatan)	Clarifier
Sirkulasi lumpur	-	-	-	3-5 % input	-
Kemiringan dasar bak (tanpa <i>scraper</i>)	45°- 60°	45°- 60°	45°- 60°	>60°	45°- 60°
Periode antar pengurasan lumpur (jam)	12 - 24	8 - 24	12 - 24	Kontinyu	12 - 24 ***)
Kemiringan <i>tube/plate</i>	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°	30° / 60°

CATATAN : *) luas bak yang tertutupi oleh pelat/tabung pengendap

**) waktu retensi pada pelat/tabung pengendap

***) pembuangan lumpur sebagian

Sumber: SNI 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

3.6.7 Unit Filtrasi

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk *removal* sifat fisik air baku yaitu kekeruhan serta mikrobiologi yang terkandung di dalamnya. Dilihat dari segi desain kecepatan, filtrasi digolongkan menjadi saringan pasir lambat (*slow sand filter*) dan saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) (Al-layla, 1987).

Berdasarkan pada kapasitas produksi air yang terolah, filter pasir dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Filter pasir cepat atau *rapid sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi berkisar 6 hingga 11 m/jam. Filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi, jika kekeruhan pada *influen* filter pasir cepat berkisar 5-10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhannya dapat mencapai 90-98%. Bagian-bagian dari filter pasir cepat meliputi:
 - a. Bak filter, merupakan tempat proses filtrasi berlangsung. Jumlah dan ukuran bak tergantung debit pengolahan (minimum dua bak).
 - b. Media filter, merupakan bahan berbutir/ *granular* yang membentuk pori-pori di antara butiran media. Pada pori-pori inilah air mengalir dan terjadi proses penyaringan.
 - c. Sistem *underdrain*, merupakan sistem pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi yang terletak di bawah media filter. *Underdrain* terdiri atas:
 - Oriface, yaitu lubang pada sepanjang pipa lateral sebagai jalan masuknya air dari media filter ke dalam pipa.
 - Lateral, yaitu pipa cabang yang terletak di sepanjang pipa manifold.
 - Manifold, yaitu pipa utama yang menampung air dari lateral dan mengalirkannya ke bangunan penampung air.
2. Filter pasir lambat atau *slow sand filter* adalah filter yang mempunyai kecepatan filtrasi lambat, yaitu sekitar 0,1 hingga 0,4 m/jam. Kecepatan yang lebih lambat ini disebabkan ukuran media pasir lebih kecil (*effective size* = 0,15 – 0,35 mm). Filter pasir lambat merupakan sistem filtrasi yang pertama kali digunakan untuk pengolahan air, dimana sistem ini dikembangkan sejak tahun 1800 SM. Prasedimentasi dilakukan pada air baku mendahului proses filtrasi. Laju filtrasi (v_f) sebanding dengan luasan media filter (A_f) dapat dihitung dengan persamaan rose dengan persamaan 3.31.

$$A_f = \frac{Q}{v_f} \quad (3.31)$$

$$h_L = 1,067 \frac{L \cdot v_f^2}{\Psi \cdot \epsilon^2 \cdot g} \sum \frac{C_d \cdot x}{d} \quad (3.32)$$

Keterangan :

h_L = kehilangan tekanan (cm)

L = tebal media (cm)

x = fraksi berat

u = viskositas kinematis ($m^2/detik$)

v_f = kecepatan filtrasi (cm/detik)

ϵ = porositas media

g = percepatan gravitasi (cm/detik²)

Ψ = faktor bentuk

d = diameter media

$$N_{Re} = \frac{\Psi \cdot d \cdot v_f}{\nu} \quad (3.33)$$

C_D adalah koefisien drag yang besarnya tergantung bilangan Reynolds (N_{Re}). Rumus perhitungan C_D dapat dihitung dengan persamaan 3.34 hingga 3.36.

$$N_{Re} < 1 \quad C_D = \frac{24}{N_{Re}} \quad (3.34)$$

$$1 < N_{Re} < 10^4 \quad C_D = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34 \quad (3.35)$$

$$N_{Re} > 10^4 \quad C_D = 0,4 \quad (3.36)$$

Bagian filter yang berperan penting dalam melakukan penyaringan adalah media filter. Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, antrasit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang akan digunakan dilakukan dengan analisa ayakan (*sieve analysis*). Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan (dinyatakan sebagai *uniformity coefficient*).

Effective size (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10 % dari fraksi

berat, ini sering dinyatakan sebagai d_{10} (diameter pada persentil 10).

Uniformity coefficient (UC) atau koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60 % fraksi berat terhadap ukuran efektif atau dapat ditulis: $UC = d_{60}/d_{10}$. d_{60} adalah diameter butiran pada persentil 60.

Berdasarkan jenis dan jumlah media yang digunakan dalam penyaringan, media filter dikategorikan menjadi:

a. *Single media*

Satu jenis media seperti pasir silika, atau dolomit saja. Filter cepat tradisional biasanya menggunakan pasir kwarsa. Pada sistem ini penyaringan terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.

b. *Dual media*

Digunakan pasir silika dan antrasit. Filter *dual media* sering digunakan filter dengan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan antrasit pada lapisan atas.

c. *Multi media*

Digunakan pasir silika, antrasit dan garnet atau dolomit. Fungsi *multi media* adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

Teknik pencucian filter cepat dapat dilakukan dengan menggunakan aliran balik (*backwash*), dengan kecepatan tertentu agar media filter terfluidisasi dan terjadi tumbukan antar media. Untuk meningkatkan kinerja *backwashing*, sering didahului dengan pencucian di permukaan (*surface loading*) dan/ atau memberikan tekanan udara dari bawah dengan blower (*air wasing*).

Kecepatan media dapat dihitung dengan persamaan 3.37 berikut (Masduqi dan Assomadi, 2012).

$$V_s = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (S_g - 1) \cdot d}{3 \cdot C_D}} \quad (3.37)$$

Keterangan:

v_s = kecepatan pengendapan butiran media (m/detik)

S_g = berat jenis butiran media (kg/m^3)

d = diameter butiran media (m)

C_D = koefisien drag

Porositas media tereksansi pada saat *backwash* dapat dituliskan dengan persamaan 3.38 berikut.

$$\epsilon_e = \left[\frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22} \quad (3.38)$$

Keterangan:

v_b = kecepatan *backwash* (m/detik)

v_s = kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

Besarnya kecepatan *backwash* minimum ditentukan dengan persamaan 3.39 dengan ketentuan v_s adalah kecepatan partikel terbesar.

$$v_b = v_s \cdot \epsilon^{4,5} \quad (3.39)$$

Keterangan:

ϵ = porositas media

Ketinggian ekspansi media dan *headloss* media filter dihitung dengan persamaan 3.40-3.41 (Masduqi dan Assomadi, 2012).

$$Le = (1 - \epsilon) \cdot L \cdot \sum \frac{x}{1 - \epsilon_e} \quad (3.40)$$

$$h_L = L \times (1 - \epsilon) (Sg - 1) \quad (3.41)$$

Keterangan:

Le = tinggi media ekspansi (m)

L = tinggi media (m)

Tabel 3. 5 Kriteria Perencanaan Filter Pasir Cepat

Unit	Saringan biasa (gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan
Kecepatan penyaringan (m/jam)	6 - 11	6 - 11
Pencucian : ▪ Sistem pencucian		

Unit	Saringan biasa (gravitasi)	Saringan dengan pencucian antar saringan
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kecepatan (m/jam) ▪ Lama pencucian (menit) ▪ Periode antara dua pencucian (jam) ▪ Ekspansi (%) 	Tanpa/dengan blower, dana tau surface water 36 – 50 10- 15 18 – 24 30 - 50	Tanpa/dengan blower, dan atau surface water 36 – 50 10- 15 18 – 24 30 - 50
Dasar filter 1. Lapisan penyangga dari atas ke bawah <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kedalaman (mm) ▪ Ukuran butir (mm) ▪ Kedalaman (mm) ▪ Ukuran butir (mm) ▪ Kedalaman (mm) ▪ Ukuran butir (mm) ▪ Kedalaman (mm) ▪ Ukuran butir (mm) 	80 – 100 2 - 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 100 15 - 30	80 – 100 2 - 5 80 – 100 5 – 10 80 – 100 10 – 15 80 – 100 15 - 30
2. Filter Nozel <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lebar slot nozel (mm) ▪ Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (%) 	< 0,5 > 4 %	< 0,5 > 4 %

Sumber: SNI 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air

3.6.8 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri, protozoa, dan virus dengan kuantitas desinfektan yang kecil dan tidak beracun bagi manusia. Reaksi desinfeksi yang terjadi harus dilaksanakan di bawah kondisi normal, termasuk suhu, aliran, kualitas air, dan waktu kontak. Hal ini akan membuat air menjadi tidak beracun, tidak berasa, lebih mudah diolah, ekonomis, serta akan meninggalkan residu yang tetap untuk jangka waktu yang aman, sehingga kontaminan dapat dihilangkan (Al-Layla, 1987).

Kebutuhan klor dalam suatu perencanaan desinfeksi memberikan sisa klor aktif agar dalam distribusi air produksi tidak terkontaminasi mikroorganisme bila terjadi kebocoran dalam pipa. Klorinasi dapat dilakukan dengan penambahan kalsium hipoklorit (CaOCl_2) sebagai sumber klornya dapat pula dengan gas Cl_2 . Dosis klor dapat bervariasi tergantung pada kualitas air, temperatur dan kondisi iklim yang lain. Kadar klorin dalam kaporit adalah 65-70% dan masa 80-98 g/100 ml, sedangkan klorin dalam gas Cl_2 adalah 99% (Droste, 1997). Sisa klor sebesar 0,5 mg/L dalam air dapat membunuh bakteri dalam air dengan efektif, namun akan menimbulkan bau klor apa bila melebihi 2 mg/L (Masduqi dan Assomadi, 2012).

3.6.9 Unit Reservoir

Reservoir berfungsi menampung air pada saat kebutuhan air minimum dan mendistribusikannya pada saat dibutuhkan (biasanya pada saat kebutuhan air maksimum). Tinggi reservoir yang cukup akan dapat menambah tinggi tekan (Mangkoedihardjo, 1985). Jenis reservoir dapat dibagi berdasarkan bentuk, fungsi maupun tinggi reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya serta berdasarkan dari bahan konstruksinya. Berdasarkan tinggi relatif reservoir terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi (BPSDM PU, 2018):

- a. Reservoir permukaan (ground reservoir)
Yang dimaksud dengan reservoir permukaan adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh reservoir tersebut terletak di bawah permukaan tanah.
- b. Reservoir menara (elevated reservoir)

Yang dimaksud dengan reservoir menara adalah reservoir yang seluruh bagian penampungan dari reservoir tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.

Berdasarkan bahan konstruksinya, maka jenis reservoir dapat dibagi menjadi:

- a. Reservoir tangki baja
- b. Reservoir beton cor
- c. Reservoir pasangan bata
- d. Reservoir fiber

Agar baku mutu air minum dapat terpenuhi, maka diperlukan berbagai usaha untuk menjaga kualitas air yaitu (Winarni, 1996):

- a. Kontrol pada sumber air dapat dilakukan dengan pemilihan sumber air, kontrol terhadap sumber polusi yang masuk ke sumber air, perbaikan kualitas sumber dan kontrol pertumbuhan biologi.
- b. Instalasi pengolahan air yang tepat.
- c. Kontrol pada sistem transmisi dan distribusi untuk mencegah kontaminan.

3.6.10 Unit Pengolahan Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Sludge drying bed adalah salah satu pengolahan lumpur dengan sistem *natural dewatering* yang memanfaatkan sinar matahari. *Sludge drying bed* ini digunakan untuk pengeringan lumpur yang relatif stabil. Untuk pengeringan tergantung dari cuaca, terutama sinar matahari (Metcalf dan Eddy, 2014).

Menurut Metcalf dan Eddy (2014), prinsip *sludge drying bed* adalah sebagai berikut:

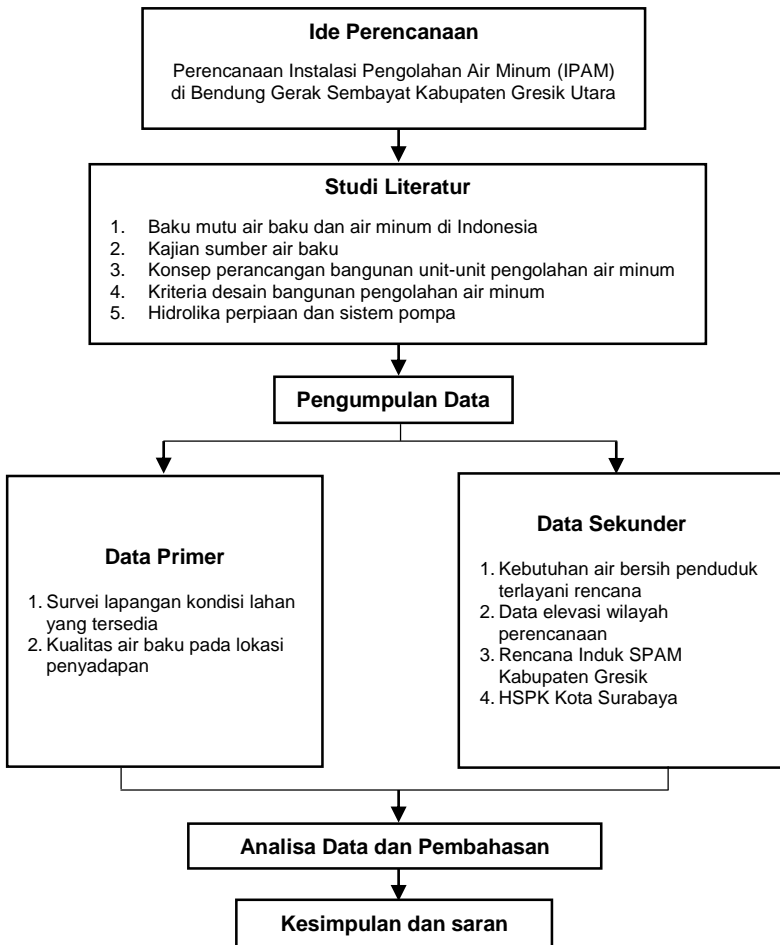
- Tahap 1: terjadi pengurangan kadar air pada lumpur melalui proses infiltrasi. Pada tahap ini kadar air dapat turun sampai 80 %.
- Tahap 2: terjadi proses penguapan kandungan air pada lumpur. Pada tahap ini kadar air lumpur dapat turun sampai 60 %.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV METODE PERENCANAAN

4.1 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan ini disusun untuk menggambarkan tahapan-tahapan dalam perencanaan secara sistematis dan runtut. Kerangka perencanaan disajikan dalam diagram alir berikut ini.



4.2 Uraian Tahapan Perencanaan

Uraian dari bagan kerangka perencanaan adalah sebagai berikut:

4.2.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan dari tugas akhir ini yaitu merencanakan instalasi pengolahan air minum dengan air baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik. Hal tersebut didasarkan karena masih ada daerah yang belum terlayani Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yaitu zona pelayanan Kabupaten Gresik bagian utara yang meliputi Kecamatan Panceng, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu, Kecamatan Dukun dan Kecamatan Bungah.

4.2.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tinjauan pustaka sebagai kegiatan mengumpulkan informasi yang berguna, memahami konsep perancangan dan mendapatkan data penunjang untuk kegiatan perancangan yang berasal dari literatur. Tinjauan pustaka yang dilakukan meliputi baku mutu air baku dan air minum di Indonesia, konsep desain unit-unit pengolahan air minum, kriteria desain bangunan pengolahan air minum, dan hidrolika perpipaan.

4.2.3 Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan untuk perencanaan ini yaitu:

a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan yaitu:

1. Survei lapangan kondisi lahan yang tersedia
Survei lapangan untuk mengetahui gambaran secara umum wilayah perencanaan meliputi ketersediaan lahan untuk perencanaan instalasi pengolahan air minum dan kondisi air baku yang akan digunakan.
2. Kualitas air baku pada lokasi penyadapan
Pengamatan yang dilakukan meliputi sumber air baku yang dilakukan dengan cara pengambilan sampel air baku dengan cara manual. Lokasi *sampling* dilakukan

di lokasi rencana bangunan *intake* yang akan dibangun. Sampel yang akan diambil yaitu *grab samples* yaitu sampel yang diambil pada sebuah titik *sampling* yang spesifik pada waktu yang tepat. Kemudian sampel yang dianalisis di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Keekeruhan menggunakan metode turbidimetri.
 - TSS menggunakan metode gravimetri.
 - Dosis koagulan menggunakan metode *jar-test*.
- b. Data Sekunder
1. Kebutuhan air bersih penduduk terlayani rencana Kebutuhan air bersih untuk perencanaan instalasi pengolahan air minum baru dapat diperoleh dari data atau laporan konsumsi air masyarakat PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik.
 2. Data elevasi wilayah perencanaan
Data elevasi wilayah perencanaan digunakan untuk menentukan lokasi instalasi pengolahan air minum. Data elevasi ini diperoleh dari peta topografi Kabupaten Gresik dan dari *Google Maps*.
 3. Rencana Induk SPAM Kabupaten Gresik 2015-2030
Rencana Induk SPAM Kabupaten Gresik digunakan untuk menentukan rencana pengembangan pelayanan air minum di Kabupaten Gresik wilayah utara.
 4. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya
Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) digunakan untuk menentukan biaya tiap satuan kegiatan pembangunan. Data HSPK diperoleh dari Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Kota Surabaya.

4.2.4 Analisis data dan pembahasan

Data primer dan sekunder yang telah di dapat kemudian dianalisis sebagai dasar dari instalasi pengolahan air minum (IPAM) yaitu :

- Proyeksi kebutuhan air 15 tahun mendatang didapatkan kebutuhan air yang harus disediakan.

- Analisis air baku Bendung Gerak Sembayat yang meliputi kualitas, kuantitas dan kontinuitas.
 - Kualitas air baku
Uji kualitas air baku Bendung Gerak Sembayat didapatkan dengan menganalisis di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS. Analisis air baku meliputi beberapa parameter pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, penentuan dosis optimum koagulan dengan metode *jar-test* dan kekeruhan dengan metode turbidimetri.
 - Kuantitas air baku
Kuantitas air baku dari Bendung Gerak Sembayat dikaji dengan cara menentukan volume tampungan Bendung Gerak Sembayat.
 - Kontinuitas air baku
Analisis kontinuitas Bendung Gerak Sembayat didasarkan pada kecukupan tampungan pada musim kemarau. Penentuan kontinuitas dicari dengan membagi volume tampungan Bendung Gerak Sembayat dengan debit pengambilan yang telah ditentukan dan neraca air Sungai Bengawan Solo.
- Penentuan alternatif pengolahan
Unit pengolahan yang direncanakan yaitu unit pengolahan yang akan mengolah parameter-parameter air baku yang belum sesuai baku mutu air standar air minum untuk diolah agar memenuhi baku mutu air minum.
- Perancangan unit-unit pengolahan
Perancangan unit-unit pengolahan ini dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi tata guna lahan, pengamatan kondisi lapangan yang ada hasil analisis data yang mengacu pada parameter standar kualitas air minum yang digunakan di Indonesia, yaitu PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, sehingga didapatkan unit pengolahan yang tepat dan efisien dalam pengolahannya.
- Perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan BOQ dan RAB didasarkan atas kebutuhan bangunan yang ada pada IPAM dan unit pengolahan lumpur. Koefisien tiap satuan pekerjaan diacu pada HSPK Kota Surabaya.

4.2.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses metode perancangan, dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran yang jelas terhadap detail perancangan ini. Saran yang dibuat dalam perancangan ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam rangka untuk menerapkan perencanaan bangunan pengolahan air minum dengan teknologi yang lebih efektif dan biaya yang lebih murah.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kebutuhan Air

Pemerintah Republik Indonesia melalui Direktorat Air Bersih, Departemen Pekerjaan Umum pada Pelita V telah mengeluarkan panduan penyusunan program pelayanan air bersih yang disesuaikan dengan klasifikasi daerah. Program pelayanan air bersih suatu daerah di sajikan pada tabel 5.1.

Kategori Kota	Metropolitan	Besar	Sedang	Kecil	IKK	Desa
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Penduduk (x 1.000 jiwa)	> 1.000	500 s/d 1.000	100 s/d 500	20 s/d 100	3 s/d 20	< 3
Persentase Penduduk Terlayani	70 s/d 90					
Kebutuhan Rumah Tangga Sambungan langsung (SR) Kran umum (HU/KU)	190 30	170 30	150 30	130 30	90 30	60 30
Kebutuhan Non Domestik			15% s/d 30% Dari kebutuhan domestik			
· Industri (L/dt/Ha)						
• Berat	0,50 - 1,00					
• Sedang	0,25 - 0 50					
• Ringan	0,15 -0,25					
· Komersil(L/dt/Ha)						
• Pasar	0,10-1,00					
• Hotel						
- Lokal	400					
- Internasional	1.000					
· Sosial dan Institusi						
• Universitas(l/siswa/hari)	20					
• Sekolah (l/siswa/hari)	15					
• Mesjid (m ³ /hari/unit)	1 s/d 2					
• Rumah sakit (l/tt/hari)	400					
• Puskesmas (m ³ /hari/unit)	1 s/d 2					
• Kantor (l/dt/hari)	0,01					
• Militer (m ³ /hari/ha)	10					
Faktor-Faktor						
· Kebutuhan Maksimum	1,1 s/d 1,7					
· Kebutuhan Puncak	1,5 s/d 3,5					
Kehilangan air						
· Sistem baru	- 20% dari kebutuhan rata-rata					
· Sistem lama	- 30%-40% dari kebutuhan rata-rata					

Gambar 5. 1 Standar Kebutuhan Air Minum

Sumber: PU Cipta Karya, 1998

Untuk kebutuhan air per liter orang per hari, sesuai dengan data pemakaian air di PDAM di Kabupaten Gresik, rata-rata pemakaiannya adalah 102 liter/orang/hari. Oleh karena itu untuk perencanaan kebutuhan air minum ini digunakan 120-150 liter/orang/hari untuk daerah perkotaan dan 80-100 liter/orang/hari untuk wilayah pengembangan PDAM. Sedangkan untuk tingkat pelayanan non domestik, untuk daerah perkotaan diperkirakan sebesar 15-25% dari kebutuhan domestik dan untuk wilayah pengembangan sebesar 15-20%. Dikarenakan Kabupaten Gresik merupakan daerah industri, maka untuk kebutuhan industri akan diproyeksikan sendiri.

Periode perencanaan yang diatur dalam Peraturan Menteri PU No. 18/PRT/M/2007 berkisar antara 15-20 tahun. Untuk periode perencanaan IPAM ini adalah 15 tahun sampai dengan tahun 2035. Kebutuhan air diproyeksikan berdasarkan kebutuhan pengembangan zona sesuai dengan rencana daerah pelayanan. Berikut perhitungan kebutuhan air pada Tabel 5.2.

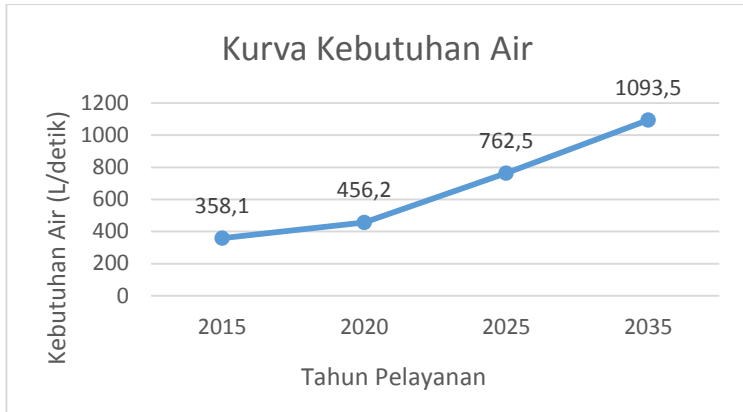
Tabel 5. 1 Proyeksi Kebutuhan Air Zona Pelayanan Gresik Utara

No	Uraian	Satuan	Tahun			
			2015	2020	2025	2035
1	Jumlah penduduk total	jiwa	293.269	317.494	343.719	402.847
2	Tingkat pelayanan SPAM	%	50	60	70	90
3	Jumlah penduduk terlayani	jiwa	146.635	190.496	240.603	362.563
Kebutuhan Domestik						
4	Pelayanan SPAM PDAM (80% terlayani)	jiwa	117.308	152.397	192.483	290.050
5	Kebutuhan air	L/hr/org	120	120	150	150

No	Uraian	Satuan	Tahun			
			2015	2020	2025	2035
	rumah tangga					
6	Jumlah kebutuhan air rumah tangga	L/hari	14.074.921	18.287.632	28.272.395	43.507.523
		L/detik	162,9	211,7	334,2	503,6
7	Jumlah sambungan rumah tangga	unit	23.462	30.479	38.947	58.010
8	Pelayanan HU/KU	jiwa	29.327	38.099	48.121	72.513
9	Kebutuhan air HU/KU	L/hr/org	30	40	50	60
10	Jumlah kebutuhan air HU/KU	L/hari	879.807,6	1.523.969,3	2.406.032,9	4.350.752,3
		L/detik	10,2	17,6	27,8	50,4
11	Jumlah kebutuhan HU/KU	unit	196,0	254	321	483
12	Jumlah kebutuhan air domestik	L/detik	173,1	229,3	362	553,9
Kebutuhan Non Domestik (Fasilitas)						
13	% kebutuhan air non domestik	%	15	20	25	25
14	Jumlah kebutuhan air non domestik	L/detik	26	45,9	90,5	138,5

No	Uraian	Satuan	Tahun			
			2015	2020	2025	2035
15	Jumlah kebutuhan air industri	L/detik	50	50	100	100
Kebutuhan Air						
16	Kebutuhan air total	L/detik	249,1	352,2	552,5	792,4
17	Tingkat kebocoran	%	25	22	20	20
18	Jumlah kebocoran air	L/detik	62,3	71,5	110,5	158,5
19	Kebutuhan air rata-rata	L/detik	311,4	396,7	663	950,9
20	Kebutuhan air maksimum	L/detik	358,1	456,2	762,5	1.093,5
21	Kebutuhan air pada jam puncak	L/detik	537,1	684,3	1.143,7	1.640,3
		L/hari	46.403.013,2	59.123.656	98.817.731,2	141.718.086,1
		m ³ /hari	46.403	59.123,7	98.817,7	141.718,1

Sumber: Penyusunan Rencana Induk SPAM Kabupaten Gresik 2015-2030.



Gambar 5. 2 Grafik Kurva Kebutuhan Air Kabupaten Gresik Zona Pelayanan Wilayah Utara

5.2 Kapasitas IPAM

PDAM Kabupaten Gresik terbagi menjadi 5 zona pelayanan, yaitu zona pelayanan wilayah Gresik Kota, zona pelayanan wilayah Gresik Tengah, zona pelayanan wilayah Gresik Selatan, zona pelayanan Gresik Utara dan zona pelayanan Pulau Bawean. Pada perencanaan ini merencanakan kapasitas sistem zona pelayanan wilayah Kabupaten Gresik Utara yang terdiri dari Kecamatan Bungah, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu dan Kecamatan Panceng. Rencana kapasitas sistem zona 4 Kabupaten Gresik wilayah utara dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Rencana Kapasitas Sistem Zona 4 Gresik Utara

Rencana Instalasi	Kapasitas prouksi (L/detik)	Kapasitas Produksi Tambahan (L/detik)
WTP Bendung Gerak Sembayat	Sistem baru	1.000
Jumlah		1.000

Sumber: PDAM Kabupaten Gresik dan perhitungan konsultan, 2014

Perencanaan IPAM akan dibagi menjadi 2 tahap pembangunan dengan kapasitas 1000 L/detik, sehingga setiap IPAM memiliki kapasitas 500 L/detik. Pada tugas akhir ini direncanakan pembangunan IPAM untuk tahap pertama.

5.3 Analisis Kualitas Air Baku

Analisis kualitas air baku dilakukan untuk mengetahui parameter apa saja yang sesuai atau memenuhi dan yang tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan serta untuk menentukan jenis pengolahan yang paling efektif dan efisien sehingga diperoleh hasil yang baik. Pemilihan parameter dalam pengujian air baku didasarkan pada kandungan zat yang terkandung pada air baku dari *effluent* Bendung Gerak Sembayat di Sungai Bengawan Solo bagian hilir, sehingga dimungkinkan terdapat kandungan limbah domestik dalam air baku tersebut.

Pengambilan sumber air baku terletak di bagian *intake* rencana pembangunan instalasi pengolahan air minum yang berada di tepi sungai pada tanggal 19 Februari 2020 untuk analisis pada musim penghujan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum hasil analisis kualitas air baku, air baku dari Bendung Gerak Sembayat belum memenuhi standar air minum, sehingga diperlukan unit pengolahan air agar memenuhi baku mutu yang berlaku.

5.4 Kuantitas Air Baku

Pembangunan Bendung Gerak Sembayat (BGS) ini merupakan salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan air untuk masyarakat Kabupaten Gresik. Adapun kapasitas penyimpanan air dari Bendung Gerak Sembayat ini yaitu sebesar 10.000.000 m³.

Pembangunan ini juga dilengkapi dengan *water treatment plant* (WTP) atau hasil instalasi pengolahan air bersih dengan kapasitas maksimum terpasang sebesar 2 m³/detik. Menurut Penyusunan RISPAM Kabupaten Gresik, untuk saat ini

pemanfaatan air Bendung Gerak Sembayat sebagai air PDAM/WTP yaitu sebesar 1.109 m³/detik.

Bendung Gerak Sembayat terdiri dari 7 pintu *flap gate* dan 7 pintu utama untuk pintu *flap gate* masing-masing memiliki lebar 17 m dan tinggi 1,3 m, sedangkan untuk pintu utama masing-masing memiliki lebar 20 m dan tinggi 5 m.

Pada musim hujan debit air Sungai Bendung Gerak Sembayat mengalami pelimpahan dan banyak yang terbuang dan tidak jarang menyebabkan banjir di beberapa lokasi sehingga operasi pintu Bendung Gerak Sembayat ditentukan dengan tinggi elevasi +0,700 m.

Setelah tingkat air Bendung Gerak Sembayat mencapai elevasi +0,700 m, permukaan air akan dikontrol secara konstan. Permukaan air dapat menjadi stabil pada elevasi +0,700 m hanya ketika debit keluar melalui pintu gerbang sama dengan debit yang masuk ke dalam waduk.

5.5 Kontinuitas Air Baku

Dilakukan analisis apakah volume tampungan air Bendung Gerak Sembayat bisa mencukupi pengambilan air baku untuk IPAM yang diolah sebesar 1000 L/detik. Untuk menentukan kontinuitas air baku dapat dilakukan dengan cara membagi volume tampungan Bendung Gerak Sembayat sebesar 10.000.000 m³ dengan debit pengolahan yang akan di ambil. Analisis kontinuitas Bendung Gerak Sembayat sebagai berikut:

Volume tampungan = 10.000.000 m³

Debit pengambilan air:

- Untuk irigasi = 0,783 m³/detik
- Untuk PDAM = 1,109 m³/detik
- Untuk industri = 0,619 m³/detik
- Total kebutuhan = 2,511 m³/detik
- Waktu pengambilan = volume tampungan / Q pengambilan
= 10.000.000 m³ / 2,511 m³/detik
= 3.982.477 detik
= 46 hari
= 1,5 bulan

5.6 Neraca Air Sungai Bengawan Solo

Rencana pemanfaatan sumber air permukaan dari Sungai Bengawan Solo, maka diperlukan neraca air masing-masing sumber air untuk memastikan kapasitas atau debit air sumber tersebut masih bisa atau layak digunakan sebagai air baku. Hasil pengumpulan data sekunder dari neraca air Sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada Gambar 5.3.

TITIK TINJAU/ PEMAKAI DI MAIN STREAM	LOKASI DATA	SKEMA B. SOLO	DEBIT (L/DT)		
			RB	FLOW	HILANG
CEPU					
Debit di Sta. Cepu				14,404	
Irig. Pompa Kab. Bojonegoro					
Pusdiklat Migas					
PT. Pertamina EP Asset 4 Field Ce					
BP Migas Perwakilan Jatim, Papua					
PT Inti Karya Persada Teknik	Ds. Kalirejo, Kec. Bojonegoro				
RB & hilang Cepu-Bojonegoro			6,960		2,161
BOJONEGORO					
Debit di Sta. Bojonegoro				17,206	
Irig. Pompa Kab. Bojonegoro					
Exxon Mobil - Mobil Cepu Ltd (VII)					
PDAM Kab. Bojonegoro (intake Ba	Ds. Banjarsari				
Irig. Pompa Kab. Tuban					
RB & hilang Bojonegoro-Babat			5,066		2,581
BABAT					
Debit di Sta. Babat				16,591	
PDAM Kabupaten Lamongan					
PT. Petrokimia Gresik					
Perum Jasa Tirta I (SPAM Sekaran	(100 m hulu b.gerak Babat)				
RB & hilang Babat- muara			0		2,489
Irig. Pompa Kab. Tuban					
Perum Jasa Tirta I (SPAM Brondong Paciran)					
Irig. Pompa Kab. Lamongan					
Irig. Pompa Kab. Gresik					
MUARA/U.PANGKAH				5,771	

Gambar 5. 3 Neraca Air Sungai Bengawan Solo

Neraca air yang tersaji dalam Gambar 5.3 menunjukkan bahwa aliran Sungai Bengawan Solo yang masuk ke Stasiun Babat sebesar 16.591 L/detik, selanjutnya keluar atau dimanfaatkan oleh PDAM Kabupaten, PT Petrokimia Gresik, Perum Jasa Tirta (SPAM Brondong Paciran) sehingga *inflow* ke Muara / Ujung Pangkah sebesar 5.771 L/detik.

Sedangkan untuk pemakaian pada kondisi eksisting, neraca airnya adalah seperti pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 3 Neraca Air Sungai Bengawan Solo

Debit Outflow Minimal di Babat (m ³ /hari)				Debit Neraca Air di Bengawan Solo m ³ /hari			Pemanfaatan Bendung Gerak Sembayat (m ³ /hari)
Bulan	Tahun			Babat	Pemakaian	Muara/Ujung Pangkah	Q irigasi = 0,783 Q PDAM = 1,109 Q industri = 0,619
	2011	2012	2013				
Agustus	11,47	4,72	32,76	16,611	8,331	5,788	
September	3,28	3,03	17,44				
Oktober	4,21	0,63	13,25				

Sumber: RISPAM Kabupaten Gresik Tahun 2015-2030

Dapat dilihat pada neraca air untuk pemakaian di Bengawan Solo adalah sebesar 8,331 m³/detik. Pemakaian ini adalah pemakaian di sepanjang Babat sampai dengan muara di Ujung Pangkah.

Dari debit yang ada ini direncanakan untuk dimanfaatkan dalam Bendung Gerak Sembayat dengan alokasi sebagai berikut:

- Untuk irigasi = 0,783 m³/detik
- Untuk PDAM = 1,109 m³/detik
- Untuk industri = 0,619 m³/detik
- Total kebutuhan = 2,511 m³/detik

Dengan saldo neraca 5,788 m³/detik maka rencana pemakaian untuk Bendung Gerak Sembayat masih dapat disuplai.

5.7 Alternatif Pengolahan

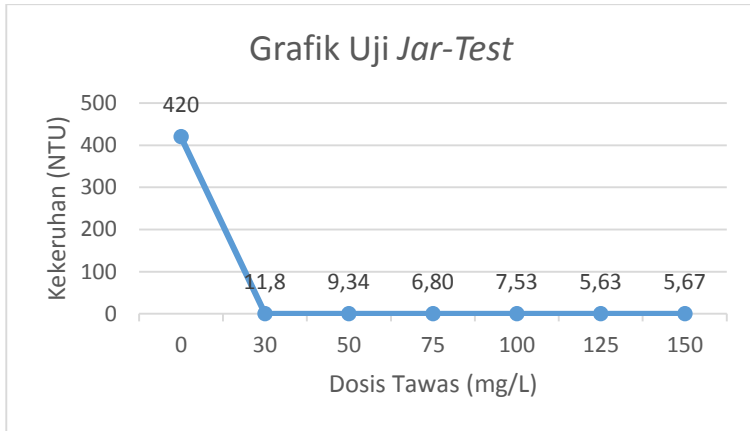
Dasar pemilihan suatu unit pengolahan didasarkan pada beberapa hal, yaitu karakteristik air baku sebelum dan sesudah pengolahan, biaya investasi serta operasional dan *maintenance* dan ketersediaan lahan. Dari hasil uji laboratorium, masih terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi syarat kualitas air minum.

Untuk menentukan dosis optimum koagulan dengan parameter kekeruhan, pH dan deterjen maka dilakukan metode uji *jar-test*. Metode *jar-test* ini untuk menyimulasikan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi dalam pengolahan air. Dalam metode *jar-test* ini digunakan tawas sebagai koagulan. Hasil uji *jar-test* ditunjukkan dalam Tabel 5.5 dan Gambar 5.3.

Tabel 5. 4 Hasil Uji Jar-Test

Perlakuan	Percobaan ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
Volume sampel (L)	1	1	1	1	1	1	1
Dosis tawas (mg/L)	0	30	50	75	100	125	150
Pengadukan cepat 100 rpm	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit
Pengadukan lambat 40 rpm	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit
Pengendapan 0 rpm	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit
pH	7,30	6,80	6,60	6,50	6,00	6,20	6,00
Kekeruhan (NTU)	420	11,80	9,34	6,80	7,53	5,63	5,07

Sumber: Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan



Gambar 5. 4 Grafik Uji Jar-Test

Sumber: Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan

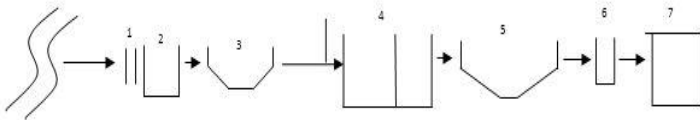
Dari Tabel 5.5 dan Gambar 5.3 didapatkan dosis optimum tawas yaitu 75 mg/L yaitu pada percobaan ke-4. Pada percobaan ke-4 tersebut, nilai kekeruhan turun menjadi 6,80 NTU dan nilai pH turun menjadi 6,50. Nilai pH 6,50 sudah memenuhi baku mutu, sedangkan nilai kekeruhan 6,80 NTU belum memenuhi baku mutu yaitu sebesar 5 NTU. Untuk menurunkan parameter pada air baku bisa digunakan beberapa alternatif pilihan seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 5 Efisiensi Removal Tiap Unit Pengolahan

Parameter	Jenis Pengolahan	Efisiensi removal (%)
Kekeruhan	Prasedimentasi	57 – 80
	Koagulasi –Flokulasi - Sedimentasi	hingga 90
	Roughing Filter	76 – 92
	Rapid Sand Filter	87

Sumber: Metcalf and Edy, Waste Water Engineering Treatment and reuse 4th edition

Unit yang dipilih diharapkan dapat menurunkan parameter kekeruhan paling efektif sehingga hasil pengolahan dapat memenuhi baku mutu. Untuk pertimbangan ketersediaan lahan, didapatkan dari hasil perhitungan *preliminary sizing* sehingga didapatkan kebutuhan lahan untuk masing – masing alternatif pengolahan dan bisa dipilih alternatif dengan kebutuhan lahan paling efisien. Sedangkan untuk faktor biaya *operational* dan *maintenance* (O&M) berdasarkan kebutuhan biaya yang digunakan untuk operasional dan perawatan unit pengolahan dan alat yang digunakan selama beroperasi.



Gambar 5. 5 Alternatif Pengolahan

Sungai → Screen → Intake → Prasedimentasi → Koagulasi-Flokulasi → Sedimentasi → Rapid Sand Filter → Desinfeksi → Reservoir

5.8 Lokasi Perencanaan IPAM

PDAM Giri Tirta Kabupaten Gresik telah merencanakan lokasi lahan pembangunan instalasi pengolahan air minum baru di lahan yang belum terbangun. Pemilihan lokasi ini juga di dasarkan pada lokasi pengambilan air baku.

Lokasi IPAM diletakkan di koordinat 7°01'49"S 112°30'32"E yang berjarak ± 70 meter dari lokasi *intake*. Pada lokasi ini juga akan direncanakan pembangunan fasilitas penunjang IPAM seperti kantor, gudang dan laboratorium. Kondisi awal lokasi perencanaan di lihat pada Gambar 5.4-5.5.



Gambar 5. 6 Rencana Lahan untuk Lokasi IPAM



Gambar 5. 7 Lokasi Lahan Pembangunan IPAM

5.9 Perencanaan Instalasi Perencanaan Air Minum

Perencanaan IPAM akan dibagi menjadi 2 tahap pembangunan dengan kapasitas 1000 L/detik, sehingga setiap IPAM memiliki kapasitas produksi 500 L/detik. Pada tugas akhir ini direncanakan pembangunan IPAM untuk tahap satu. Dari analisis kualitas air baku yang telah dilakukan sebelumnya, nilai kekeruhannya adalah 420 NTU. Perencanaan IPAM ini menggunakan pengolahan konvensional, yang terdiri sebagai berikut:

- *Intake*, untuk pengambilan air baku menuju unit pengolahan.
- Unit prasedimentasi, merupakan bangunan pengendap pertama yang berfungsi untuk mengendapkan atau

memisahkan partikel diskrit pada air baku dengan gaya gravitasi.

- Unit koagulasi, bertujuan untuk menurunkan bahan tersuspensi di dalam air. Pada koagulasi memerlukan bahan kimia tawas yang menyebabkan terjadinya ikatan antar partikel yang saling bertumbukan.
- Unit flokulasi, merupakan proses transformasi partikel yang membentuk flok.
- Unit sedimentasi, untuk memisahkan partikel flok yang telah terbentuk.
- Unit filtrasi, jenis filtrasi yang dipilih yaitu jenis saringan pasir cepat karena lebih efisien dibandingkan saringan pasir lambat karena mampu menghasilkan air bening dalam jumlah besar dan waktu yang lebih cepat.
- Desinfeksi, merupakan proses penambahan zat desinfektan yang berguna untuk membunuh mikroorganisme patogen dan juga menyediakan klorin sisa untuk sampai ke konsumen.
- *Reservoir*, untuk menampung air yang telah diolah tersebut.
- Unit pengolahan lumpur, untuk mengolah lumpur hasil proses pengolahan IPAM sebelum dibuang ke lingkungan.
- Bangunan penunjang, seperti kantor, ruang kontrol IPAM, ruang pompa dan ruang proses pembubuhan zat kimia dan ruang pembangkit tenaga listrik.

5.5.1 Perencanaan Unit *Intake*

Intake berfungsi sebagai bangunan penyadap air baku untuk pengolahan air minum. *Intake* pada perencanaan ini dibangun di sisi sungai dengan tipe *river intake* dan direncanakan berbentuk saluran terbuka. Untuk mengalirkan air baku ke unit pengolahan maka digunakan pipa pembawa, pipa pembagi dan pompa *submersible*.

Saluran terbuka

Direncanakan:

- Debit (Q) = 1000 L/detik
- Panjang saluran = 60 m

- Jenis saluran beton = beton
- Koefisien kekasaran (n) = 0,014
- Kemiringan saluran (S) = 0,001
- Kecepatan aliran = 1 m/detik
- Tinggi air di saluran = kedalaman sungai = 5 m

Perhitungan:

- Jari-jari hidrolis (R):

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$1 \text{ m/detik} = \frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$R = 0,45 \text{ m}$$

- Lebar saluran:

$$R = \frac{l \times h}{2 \times h + l}$$

$$0,45 \text{ m} = \frac{l \times 5 \text{ m}}{2 \times 5 \text{ m} + l}$$

$$l = 0,989 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

- *Freeboard* = 0,3 m

Barscreen

Direncanakan:

- Lebar batang (w) = 5 mm
- Kemiringan batang (α) = 30° dari vertikal
- Jarak antar batang (b) = 25 mm
- Jenis batang = bentuk bulat
- Faktor bentuk batang (β) = 1,79
- Lebar *barscreen* = 1 m
- Tinggi *barscreen* = 5 m + 0,3 m = 5,3 m
- Jumlah batang (n) = $\frac{L_{\text{screen}} - b}{\frac{b+w}{25 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}}$ = 33 buah
- Jumlah jarak antar batang = n + 1 = 33 buah + 1 = 34 buah
- Lebar bersih = $L_{\text{screen}} - n \times w$ = 1.000 mm – 33 buah x 5 mm = 835 mm

- Jarak bersih antar batang $= \frac{\text{lebar bersih}}{\text{jumlah jarak antar batang}}$
 $= 835 \text{ mm} / 34 \text{ buah}$
 $= 24,5 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$
- Jarak antar tengah batang $= b + 0,5 \times w \times 2$
 $= 2,5 \text{ cm} + 0,5 \times 0,5 \times 2$
 $= 3 \text{ cm}$
- Kecepatan melalui *screen* $= \frac{Q}{A \text{ bukaan bersih}}$
 $= \frac{1 \text{ m}^3/\text{detik}}{5 \text{ m} \times 0,835 \text{ m}}$
 $= 0,24 \text{ m/detik}$
- *Headloss* melalui *screen* $= \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} \times hv \times \sin 30^\circ$
 $= 1,79 \times \left(\frac{0,005}{0,025}\right)^{4/3} \times \frac{0,24^2}{2 \times 9,81} \times 0,5$
 $= 0,0002 \text{ m}$
- Panjang batang terendam (L_s) $= \frac{h}{\sin \theta}$
 $= \frac{5 \text{ m}}{\sin 60}$
 $= 5,77 \text{ m}$
- v saat *clogging* (50%) $= \frac{Q}{0,5 \times W_S \times L_S}$
 $= \frac{1}{0,5 \times 0,835 \times 5,77}$
 $= 0,42 \text{ m/detik}$
- *Headloss* saat *clogging* 50% $= \frac{(v_s')^2 - (v_s)^2}{2 \times g \times 0,7}$
 $= \frac{0,42^2 - 0,24^2}{2 \times 9,8 \times 0,7}$
 $= 0,01 \text{ m}$

Pipa pembawa

Direncanakan dimensi pipa pembawa untuk mengalirkan air baku ke dua IPAM rencana, dengan dimensi pipa 1150 mm dengan panjang pipa 70 m. Berikut perhitungan *headloss* pipa pembawa.

- $H_f = \frac{70 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 115 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 500^{1,85}$
 $= 0,01 \text{ m}$

Pipa pembagi

Direncanakan pipa pembagi yang berfungsi untuk menyalurkan air dari pipa pembawa ke unit prasedimentasi. Pada pipa pembagi terdapat *gate valve* yang berfungsi sebagai pengatur debit air ke pada 2 unit IPAM.

Direncanakan:

- Jumlah pipa pembagi = 2 unit
- Q tiap pipa = $0,5 \text{ m}^3/\text{detik} / 2 \text{ unit pipa}$
= $0,25 \text{ m}^3/\text{detik}$
- A pipa = $0,25 \text{ m}^3/\text{detik} / 1 \text{ m/detik}$
= $0,25 \text{ m}^2$
- D pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 0,25 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,56 \text{ m} = 560 \text{ mm}$

Digunakan pipa pasaran dengan diameter 600 mm.

- Panjang pipa = 40 m
- Hf pipa pembagi 1 = $\frac{L}{(0,00155 \times C \times D^{2,63})^{1,85}} \times Q^{1,85}$
= $\frac{40 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 60 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 250^{1,85}$
= 0,05 m
- Hf pipa pembagi 2 = $\frac{40 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 60 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 250^{1,85}$
= 0,05 m
- Hf total = 0,11 m

Pompa *Intake*

Pompa *intake* mempunyai fungsi untuk menyalurkan air dari sumur pengumpul menuju unit prasedimentasi.

Direncanakan:

- Jenis pompa = *submersible*
- Panjang = 1193 mm
- Lebar = 891 mm
- Tinggi = 1904 mm
- Jumlah pompa = 2 unit (1 unit sebagai cadangan)
- v air pada pipa = 1 m/detik
- Q pipa = $0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Head pompa = Hf + H intake + H prased. + sisa tekan
= $0,11 \text{ m} + 5,3 \text{ m} + 4 \text{ m} + 3 \text{ m}$
= 12,41 m

Kebutuhan daya pompa menurut spesifikasi:

- Head pompa = 12,44 m
- Q pompa = 500 L/detik
- Efisiensi pompa = 80%
- Efisiensi transmisi = 92%
- Faktor cadangan = 0,15

Perhitungan:

- HHP = $\frac{Q \times \gamma \times H_p}{75}$
= $\frac{0,5 \frac{m^3}{detik} \times 998,2 \frac{kg}{m^3} \times 12,41 m}{75}$
= 82,58 Hp
- BHP = HHP / η_p
= 82,58 Hp / 80%
= 103,225 Hp
- Nd = $\frac{BHP (1 + \alpha)}{\eta_{trans}}$
= $\frac{103,225 (1 + 0,15)}{92\%}$
= 129 Hp

Sumur Pengumpul

Sumur pengumpul berfungsi untuk menampung air baku dari sungai sementara sebelum disalurkan ke unit pengolahan dan juga sebagai tempat meletakkan pompa *intake*.

Direncanakan:

- Debit (Q) = 1000 L/detik
- Kedalaman sungai = 5 m
- *Freeboard* = 0,3 m

Perhitungan:

- H direncanakan = 5 m
- Lebar = 7,5 m
- Panjang = 13,5 m
- H + freeboard = 5,3 m

5.5.2 Perencanaan Unit Prasedimentasi

Prinsip dalam unit prasedimentasi ini adalah memisahkan partikel diskrit dalam air baku dengan cara gravitasi. Pada perencanaan ini direncanakan jumlah bak prasedimentasi sebanyak 2 buah.

Direncanakan:

- Jumlah unit = 2 unit
- Q tiap unit = $Q / \text{jumlah unit}$
= $0,5 \text{ m}^3/\text{detik} / 2 \text{ unit}$
= $0,25 \text{ m}^3/\text{detik}$

Direncanakan efisiensi pengendapan partikel diskrit pada bak prasedimentasi sebesar 80 % dengan *very good performance*.

- $(V_o/(Q/A)) = 1,8$
- OFR = V_o
= $50 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$
= $2,08 \text{ m/jam}$
- $V_o = 5,8 \times 10^{-4} \text{ m/detik}$
- $V_o/Q/As = 1,8$
- $Q/As = V_o/(V_o/Q/As)$
= $5,8 \times 10^{-4} \text{ m/detik} / 1,8$
= $3,2 \times 10^{-4} \text{ m/detik}$
- Q bak = $0,5 \text{ m}^3/\text{detik} / 2 \text{ unit}$
= $0,25 \text{ m}^3/\text{detik}$
- As = $Q/(Q/As)$
= $0,25 \text{ m}^3/\text{detik} / (3,2 \times 10^{-4} \text{ m/detik})$
= $781,25 \text{ m}^2$
- H = 3 m
- p / l = 4:1
- $781,25 \text{ m}^2 = 4l^2$
- l = 14 m , p = 56 m
- Volume = $14 \text{ m} \times 56 \text{ m} \times 3 \text{ m}$
= 2.352 m^3
- Cek td = volume / Q
= $2.352 \text{ m}^3 / 0,25 \text{ m}^3/\text{detik}$
= 2,61 jam (memenuhi)
- $V_H = Q/(\text{Across})$
= $0,25 \text{ m}^3/\text{detik} / (14 \text{ m} \times 3 \text{ m})$
= $0,005 \text{ m/detik}$

- R = $(W \times H) / (W + 2H)$
 = $(14 \text{ m} \times 3 \text{ m}) / (14 \text{ m} + 6 \text{ m})$
 = 2,1 m
- Nre = $(Vh \times R) / u$
 = $(0,005 \text{ m/detik} \times 2,1 \text{ m}) / (0,8975 \times 10^{-6} \text{ m/detik})$
 = 11.699 < 15.000 (memenuhi)

Zona Inlet

Direncanakan:

- Debit = 0,5 m³/detik
- Lebar = 28 m (lebar 2 bak)
- Panjang = 2 m
- H air = 1,5 m
- *Freeboard* = 0,3 m

Zona Lumpur

- TSS (mg/l) = TSSf x NTU
- % removal = 80%
- [TSS] = TSSf x NTU
 = 2,3 x 420 NTU
 = 966 mg/l
- m TSS = [TSS] x Q
 = 966 mg/l x 0,25 m³/detik
 = 20.865 kg/hari
- TSS removal = % removal x m TSS
 = 0,8 x 20.865 kg/hari
 = 16.692 kg/hari
- % solid = 5 %
- Massa lumpur = $(100\% / \% \text{ solid}) \times \text{total solid}$
 = 20 x 16.692 kg/hari
 = 333.840 kg/hari
- ρ lumpur = $S_w \times \rho \text{ air}$
 = 1,03 x 1.000 kg/m³
 = 1.030 kg/m³
- Volume lumpur = massa lumpur / ρ lumpur
 = 333.840 kg/hari / 1.030 kg/m³
 = 324 m³/hari

Dimensi ruang lumpur

- h = 1/3 H (tinggi bak pengendap)
 = 1/3 x 3 m

- A atas (A1) = 1 m
= (14 m)²
= 196 m²
- A bawah (A2) = (1/2 x 14 m)²
= 49 m²
- V = h (A1+A2) + $\sqrt{A1 \times A2}$
= 1 (196 + 49) + $\sqrt{196 \times 49}$
= 343 m³

Zona Outlet

Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah, maka *weir loading rate* akan menjadi besar. Hal tersebut dapat mengganggu proses pengendapan, sebab terjadi aliran ke atas menuju pelimpah dengan kecepatan cukup besar yang menyebabkan partikel yang bergerak ke bawah untuk mengendap terganggu, sehingga *outlet* pada unit prasedmentasi yang digunakan menggunakan *weir* pada *launder* yang dipasang sejajar dengan bak.

Direncanakan:

- *Weir loading rate* = 10 m³/m/jam
= 0,0028 m³/m/detik
- Q tiap bak = 0,25 m³/detik
- Panjang *weir* total = Q tiap bak / WLR
= 0,25 m³/detik / 0,0028 m³/m/detik
= 90 m

Direncanakan jika saluran searah panjang bak, jumlah *launder* 5 masuk dua sisi maka:

- Panjang *launder* = (90 m / 2) / 5 *launder*
= 9 m
- Jumlah *weir/laundry* = 2 buah (kiri dan kanan)
- Jenis *weir* = v-notch 90°
- H air di atas *weir* = 0,03 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Q tiap *weir* = $\frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times h^{\frac{5}{2}}}$
= $\frac{8}{15} \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,03^{\frac{5}{2}}}$
= 0,00021 m³/detik

- Jumlah *weir*
$$= \frac{Q}{Q_{weir}}$$
$$= \frac{0,25 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,00021 \text{ m}^3/\text{detik}}$$
$$= 1.190 \text{ buah}$$
- Jumlah *weir* tiap sisi *launder*
$$= 1.190 / 5 \text{ launder} / 2 \text{ sisi}$$
$$= 119 \text{ buah}$$
- Lebar air pada *weir*
$$= 2 \times h$$
$$= 2 \times 0,03 \text{ m}$$
$$= 0,06 \text{ m}$$
- Tinggi *weir* bebas
$$= 0,01 \text{ m}$$
- Tinggi *weir* total
$$= 0,03 \text{ m} + 0,01 \text{ m}$$
$$= 0,04 \text{ m}$$
- Lebar *weir* total
$$= 2 \times 0,04 \text{ m}$$
$$= 0,08 \text{ m}$$
- Panjang *weir* satu sisi *launder*
$$= 0,08 \text{ m} \times 119 \text{ buah}$$
$$= 9,52 \text{ m}$$
- Lebar *launder*
$$= 0,3 \text{ m}$$
- Q tiap *launder*
$$= 0,25 \text{ m}^3/\text{detik} / (2 \times 5 \text{ launder})$$
$$= 0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Q tiap *launder*
$$= 1,38 \times b \times h_o^{1,5}$$
$$0,025 \text{ m}^3/\text{detik} = 1,38 \times 0,3 \text{ m} \times h_o^{1,5}$$
$$h_o = 0,16 \text{ m}$$
$$h \text{ total} = 0,16 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$$
$$= 0,31 \text{ m}$$

Saluran Pengumpul

Saluran pengumpul didesain untuk meletakkan pompa *submersible* yang membawa air dari unit prasedimentasi ke unit koagulasi.

Direncanakan:

- Debit (Q)
$$= 0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Panjang
$$= \text{lebar } 2 \text{ bak}$$
$$= 28 \text{ m}$$
- Lebar
$$= 3 \text{ m}$$
- H
$$= 5 \text{ m}$$
- Jenis saluran
$$= \text{beton}$$

Pompa Unit Prasedimentasi

Pompa unit prasedimentasi berfungsi untuk menyalurkan air dari unit prasedimentasi ke unit koagulasi.

Direncanakan:

- Jumlah pompa = 2 unit (1 unit sebagai cadangan)
- Jenis pompa = *submersible*
- Panjang = 1193 mm
- Lebar = 891 mm
- Tinggi = 1904 mm
- v air pada pipa = 1 m/detik
- Q tiap pipa = 0,5 m³/detik
- A pipa = 0,5 m³/detik / 1 m/detik
= 0,5 m²
- Panjang pipa = 25 m
- D pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 0,5 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,79 \text{ m} = 790 \text{ mm}$

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 800 mm.

- V cek = 0,5 m³/detik / (1/4 x 3,14 x 0,8 m²)
= 0,8 m/detik (memenuhi)
- Hf = $\frac{25 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 80^{2,63})^{1,85}} \times 500^{1,85}$
= 0,03 m
- Head pompa
= Hf + H pipa tegak koagulasi + sisa tekan
= 0,03 m + 7 m + 3 m
= 10,03 m

Kebutuhan daya pompa menurut spesifikasi:

- Head pompa = 10,03 m
- Q pompa = 500 L/detik
- Efisiensi pompa = 80%
- Efisiensi transmisi = 92%
- Faktor cadangan = 0,15

Perhitungan:

- HHP = $\frac{Q \times \gamma \times H_p}{75}$
= $\frac{0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10,03 \text{ m}}{75}$
= 66,74 Hp
- BHP = HHP / η_p
= 66,74 Hp / 80%
= 83,425 Hp

- Nd
$$= \frac{\text{BHP} (1 + \alpha)}{\eta_{\text{trans}}}$$

$$= \frac{83,425 \text{ Hp} (1 + 0,15)}{92\%}$$

$$= 104,3 \text{ Hp}$$

5.5.3 Perencanaan Unit Koagulasi

Koagulasi berfungsi sebagai pengaduk koagulan secara merata dan pembentuk inti flok. Unit koagulasi direncanakan dengan sistem koagulasi hidrolis yang berupa koagulasi dalam pipa.

Direncanakan:

- Q = 0,5 m³/detik
- Jumlah unit = 1 unit
- Waktu detensi = 30 detik
- Gradien kecepatan = minimal 1.000 detik⁻¹
- Diameter pipa = diameter pipa unit prasedimentasi = 800 mm
- Tinggi pipa tegak = 7 m
- P pipa injeksi = 20 m
- *Headloss* pipa
$$= \frac{7 \text{ m} + 20 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 80 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 500^{1,85}$$

$$= 0,03 \text{ m}$$

Perhitungan:

- Volume
$$= Q \times t_d$$

$$= 0,5 \text{ m}^3/\text{detik} \times 30 \text{ detik}$$

$$= 15 \text{ m}^3$$
- V pipa injeksi
$$= 0,25 \times 3,14 \times D^2 \times L$$

$$= 0,25 \times 3,14 \times (0,8 \text{ m})^2 \times 20 \text{ m}$$

$$= 10 \text{ m}^3$$
- Td pipa injeksi
$$= V / Q$$

$$= 10 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 20 \text{ detik}$$
- G koagulasi pipa
$$= \sqrt{\frac{g \times h}{u \times t_d}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{detik}^2} \times 7 \text{ m}}{0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 20 \text{ detik}}} \\
 &= 1.954 / \text{detik} \\
 &= G \times t_d \\
 &= 1.954 / \text{detik} \times 20 \text{ detik} \\
 &= 39.080
 \end{aligned}$$

- Nilai G.td

Direncanakan bak penampung dengan inlet berupa pipa yang berada di tengah bak dan outlet berada pada sisi bawah bak yang akan dibagi menjadi 2 unit, dengan bak berbentuk segi enam.

- H rencana = 1 m
- Volume bak = 15 m³
- Panjang sisi (S) = $\sqrt{\frac{2}{3} \frac{V}{\sqrt{3}H}}$
 $= \sqrt{\frac{2}{3} \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 1 \text{ m}}}$
 $= 2,41 \text{ m}$

Bak Penampungan Koagulan

Bak penampungan koagulan direncanakan berjumlah 2 unit dengan dimensi 5 m x 5 m x 5 m, satu bak sebagai pembubuh dan satu bak sebagai bak penyedu. Bak penampungan ini juga dilengkapi dengan mixer pengaduk untuk mempermudah dalam proses pembuatan larutan koagulan. Sistem injeksi koagulan menggunakan pompa dosing yang berjumlah 1 unit dan 1 unit lagi menjadi cadangan.

Direncanakan:

- Kadar tawas = 60%
- Kadar pembubuhan = 75 mg/L
- Kadar tawas pada larutan = 5%
- Densitas tawas = 1,096 kg/L

Perhitungan:

- Kebutuhan tawas = Q x kadar pembubuhan
 $= 500 \text{ L/detik} \times 75 \text{ mg/L}$
 $= 3.240 \text{ kg/hari}$
- Kebutuhan tawas 60% = 3.240 kg/hari / 60%
 $= 5.400 \text{ kg/hari}$

- Volume tawas = kebutuhan tawas / ρ tawas
= 5.400 kg/hari / 1,096 kg/L
= 4.927 L/hari
- Kdr. tawas larutan = $\frac{\text{kebutuhan tawas } 60\%}{(\text{kebutuhan tawas } 60\% + \text{berat air})}$
5% = $\frac{5.400 \text{ kg/hari}}{(5.400 \text{ kg/hari} + \text{berat air})}$
Berat air = 102.600 kg/hari
- Volume air = berat air / densitas air
= 102.600 kg/hari x 1 kg/L
= 102.600 L/hari
- Volume larutan = Volume tawas + Volume air
= 4.927 L/hari + 102.600 L/hari
= 107.527 L/hari
- Q pembubuhan = 107.527 L/hari / 24 jam
= 4.480 L/jam
- Kapasitas bak = Volume bak / Volume larutan
= $(5 \text{ m})^3 / 107.527 \text{ L/hari}$
= 1 hari

Koagulan akan diinjeksikan dalam pipa air baku dengan menggunakan pipa pembawa koagulan.

Direncanakan:

- Panjang pipa = 20 m
- Jumlah = 1 unit
- Q pembubuhan = 4.480 L/jam / 1 unit
= 4.480 L/jam
- A pipa = 4.480 L/jam / 1 m/detik
= 0,0012 m²
- D pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 0,0012 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,04 \text{ m} = 400 \text{ mm}$
- Hf = $\frac{20 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 40 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 1,2 \text{ L/detik}^{1,85}$
= 0,00001 m

Dosing pump

Untuk keamanan sistem pengolahan air head pompa dosing direncanakan lebih besar dari head pompa unit prasedimentasi, hal ini untuk menghindari gagalnya injeksi koagulan akibat pompa tidak mampu menahan tekanan air baku. Digunakan pompa dosing untuk menyalurkan koagulan.

Kebutuhan daya pompa menurut spesifikasi:

- Panjang = 580 mm
- Lebar = 290 mm
- Tinggi = 468 mm
- Head pompa = 12 m
- Q pompa = 4.480 L/jam
- Efisiensi pompa = 80%
- Efisiensi transmisi = 92%
- Faktor cadangan = 0,15

Perhitungan:

- HHP
$$= \frac{Q \times \gamma \times H_p}{75}$$

$$= \frac{0,0012 \frac{m^3}{detik} \times 998,2 \frac{kg}{m^3} \times 12 m}{75}$$

$$= 0,2 \text{ Hp}$$
- BHP
$$= \text{HHP} / \eta_p$$

$$= 0,2 \text{ Hp} / 80\%$$

$$= 0,25 \text{ Hp}$$
- Nd
$$= \frac{\text{BHP} (1 + \alpha)}{\eta_{trans}}$$

$$= \frac{0,25 \text{ Hp} (1 + 0,15)}{92\%}$$

$$= 0,3 \text{ Hp}$$

5.5.4 Perencanaan Unit Flokulasi

Flokulasi merupakan pembentukan partikel flok yang besar dan padat agar dapat diendapkan. Tujuan pengadukan lambat adalah untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga dapat memperbesar inti flok yang telah terbentuk di unit koagulasi. Flokulasi direncanakan dengan sistem hidrolis dengan memanfaatkan beda elevasi pada unit yang akan didesain. Bentuk unit flokulasi direncanakan berbentuk segi enam dengan jumlah 2 unit yang terdiri 6 kompartemen setiap unit.

Dimensi Inlet

Direncanakan:

- Panjang (L) = 5,8 m
- Koefisien kekasaran = 120
- Debit (Q) = 0,5 m³/detik / 2 unit

- Kecepatan aliran = 0,25 m³/detik
= 0,9 m/detik

Cek *headloss* pada pipa inlet:

- A pipa = 0,25 m³/detik / 0,9 m/detik
= 0,28 m²
- D pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 0,28 \text{ m}^2}{3,14}}$
= 0,59 m

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 600 mm.

- V cek = 0,25 m³/detik / (1/4 x 3,14 x 0,6² m/detik)
= 0,9 m/detik (memenuhi)
- Hf = $\frac{5,8 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 60^{2,63})^{1,85}} \times 250^{1,85}$
= 0,008 m

Dimensi Unit Flokulasi

Direncanakan:

- Kedalaman air = 6 m
- Jumlah flokulator = 2 unit
- Koefisien belokan = 0,8
- Td total = 1800 detik
- G = 20 detik⁻¹
- G x td = 36.000
- Kompartemen = 6 unit
- Flokulator berbentuk persegi enam
 - G kompartemen I = 75 detik⁻¹
 - G kompartemen II = 60 detik⁻¹
 - G kompartemen III = 40 detik⁻¹
 - G kompartemen IV = 30 detik⁻¹
 - G kompartemen V = 20 detik⁻¹
 - G kompartemen VI = 10 detik⁻¹

Perhitungan:

- Q tiap unit = Q / jumlah unit
= 0,5 m³/detik / 2 unit
= 0,25 m³/detik
- Volume total bak = Q x td

- $$= 0,25 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1800 \text{ detik}$$

$$= 450 \text{ m}^3$$
- Volume komp. $= 450 \text{ m}^3 / 6 \text{ unit}$
 $= 75 \text{ m}^3$
- Panjang sisi $= \sqrt{\frac{2}{3} \frac{V}{\sqrt{3}H}}$
 $= \sqrt{\frac{2}{3} \frac{75 \text{ m}^3}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ m}}}$
 $= 2,2 \text{ m}$
- Td tiap bak $= 1800 \text{ detik} / 6 \text{ unit}$
 $= 300 \text{ detik}$
- Luas penampang $= 3/2 S^2 \sqrt{3}$
 $= 3/2 (2,2 \text{ m})^2 \sqrt{3}$
 $= 5,6 \text{ m}^2$
- Kecepatan aliran $= 0,25 \text{ m}^3/\text{detik} / 5,6 \text{ m}^2$
 $= 0,04 \text{ m}/\text{detik}$

Maka dihitung *headloss* yang diperlukan untuk memenuhi gradien kecepatan yang telah direncanakan:

- *Headloss* yang diperlukan untuk memenuhi G rencana :

$$H_f = \frac{G^2 \times v \times t_d}{g}$$

- G1 $= 75/\text{detik}^{-1}$

$$H_f = \frac{\left(\frac{75}{\text{detik}}\right)^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}$$

$$= 0,15 \text{ m}$$

- G2 $= 60 \text{ detik}^{-1}$

$$= \frac{\left(\frac{60}{\text{detik}}\right)^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}$$

$$= 0,09 \text{ m}$$

- G3 $= 40/\text{detik}^{-1}$

$$= \frac{\left(\frac{40}{\text{detik}}\right)^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}$$

$$= 0,04 \text{ m}$$

- G4 $= 30/\text{detik}^{-1}$

$$= \frac{\left(\frac{30}{\text{detik}}\right)^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}$$

$$= 0,02 \text{ m}$$

- G5 = 20/detik⁻¹
 = $\frac{(\frac{20}{\text{detik}})^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2}$
 = 0,01 m
- G6 = 10/detik⁻¹
 = $\frac{(\frac{10}{\text{detik}})^2 \times 0,8975 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 300 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2}$
 = 0,002 m

Direncanakan saluran penghubung antar kompartemen berbentuk persegi dengan perencanaan dimensi berbeda tiap kompartemen mengacu kepada *headloss* tiap kompartemen.

Panjang sisi (S) = $\sqrt{\frac{Q}{\sqrt{\frac{H_f \times 2,6}{K}}}}$

Perhitungan:

- (S) Saluran 1-2 = $\sqrt{\frac{0,25 \text{ m}^3}{\sqrt{\frac{0,15 \text{ m} \times 2 \times 9,8 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}}}$
 = 0,41 m
- (S) saluran 2-3 = $\sqrt{\frac{0,25 \text{ m}^3}{\sqrt{\frac{0,09 \text{ m} \times 2 \times 9,8 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}}}$
 = 0,46 m
- (S) saluran 3-4 = $\sqrt{\frac{0,25 \text{ m}^3}{\sqrt{\frac{0,04 \text{ m} \times 2 \times 9,8 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}}}$
 = 0,56 m
- (S) saluran 4-5 = $\sqrt{\frac{0,25 \text{ m}^3}{\sqrt{\frac{0,02 \text{ m} \times 2 \times 9,8 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}}}$
 = 0,68 m
- (S) saluran 5-6 = $\sqrt{\frac{0,25 \text{ m}^3}{\sqrt{\frac{0,01 \text{ m} \times 2 \times 9,8 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}}}$
 = 0,81 m

Dimensi *outlet*

Dimensi *outlet* merupakan saluran penghubung dari kompartemen 6 ke unit sedimentasi.

Direncanakan:

- Lebar *outlet* = 4,4 m (Diameter kompartemen flokulasi)
- Kedalaman air = 1,42 m
- Luas penampang = 4,4 m x 1,42 m
= 6,25 m²
- Kecepatan aliran = 0,25 m³/detik / 8,16 m²
= 0,04 m/detik (memenuhi)

5.5.1 Perencanaan Unit Sedimentasi

Unit sedimentasi bertujuan untuk mengurangi kekeruhan dan kontaminan-kontaminan air yang telah tergabung dalam flok-flok yang dihasilkan pada proses flokulasi. Fungsi bak ini adalah memisahkan partikel-partikel padat dari *suspense* (flok-flok) dengan gaya gravitasi. Unit sedimentasi direncanakan menggunakan *plate settler* yang bertujuan untuk memperluas zona pengendapan dan memperpendek jarak pengendapan sehingga proses pengendapan efektif terjadi di *plate settler*. Aliran di unit sedimentasi ini terjadi aliran *downflow* pada zona *inlet* dan aliran *upflow* pada *plate settler*.

Direncanakan:

- Jarak *plate settler* (*w*) = 7,5 cm
- Tinggi *plate settler* = 1,5 m
- Tebal *plate settler* (*t*) = 5 mm
- Kemiringan *plate settler* = 60° dari horizontal
- So (beban permukaan) = 0,9 m³/m².jam
- Jumlah unit = 2 unit

Perhitungan *plate settler*:

- So = $\frac{Q}{A} \times \frac{w}{h \cdot \cos \theta + w \cdot \cos^2 \theta}$
0,9 m³/m².jam = $\frac{0,25 \text{ m}^3/\text{detik}}{A} \times \frac{0,075 \text{ m}}{1,5 \text{ m} \cdot \cos 60 + 0,075 \text{ m} \cdot \cos^2 60}$
0,9 m³/m².jam = $\frac{0,25 \text{ m}^3/\text{detik}}{A} \times 0,174 \text{ m}$
- Luas (A) = 98 m²
- Kecepatan horizontal (V_h) = $\frac{Q}{A \sin \theta}$

- $$= \frac{0,25 \text{ m}^3/\text{detik}}{98 \text{ m}^2 \times \sin 60}$$

$$= 0,003 \text{ m/detik}$$
- L = 9,8 m, P = 10 m
- Lebar lubang plate settler = $W / \sin \theta$
= 0,075 m / 0,86
= 0,09 m
- Jumlah plate = panjang bak / lebar total plate
= 10 m / 0,09 m
= 111 buah
- Panjang akibat sudut plate = 1 m / tan 60°
= 0,57 m

Panjang akibat sudut *plate* akan dimanfaatkan sebagai ruang penenang aliran dan sebagai *inlet* unit sedimentasi. Dalam memanfaatkan zona tersebut panjang bak sedimentasi ditambah 0,43 m sebagai celah antara dinding flokulasi dan *plate settler*. Pada zona ini aliran berupa *downflow* menuju ruang lumpur unit sedimentasi.

Cek kecepatan aliran zona inlet:

- Panjang zona inlet = lebar bak = 9,8 m
- Lebar zona inlet = 1 m
- Luas zona inlet = 9,8 m x 1 m
= 9,8 m²
- Kecepatan aliran = Q / A
= 0,25 m³/detik / 9,8 m²
= 0,02 m/detik

Cek Nre dan Nfr pada *plate settler*:

- Jari-jari hidrolis (R) = $\frac{9,8 \text{ m} \times 0,075 \text{ m}}{(2 \times (13,2 \text{ m} + 0,075 \text{ m}))}$
= 0,02 m
- Nre = $\frac{Vh \times R}{v}$
= $\frac{0,003 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times 0,02 \text{ m}}{0,0000008975}$
= 66,8 < 2000 (memenuhi)
- Nfr = $Vh^2 / (g \times R)$
= (0,003 m/detik)² / (9,81 x 0,02 m)
= 0,000045 > 10⁻⁵ (memenuhi)

Zona lumpur

Zona lumpur berbentuk limas tepancung.

Direncanakan:

- Panjang permukaan zona lumpur (P1) = 11,3 m
- Lebar permukaan zona lumpur (L1) = 9,8 m
- Panjang dasar zona lumpur (P2) = 6 m
- Lebar dasar zona lumpur (L2) = 6 m
- Kedalaman (H) = 1,5 m

Direncanakan efisiensi pengendapan lumpur adalah 80%. Lumpur yang masuk pada bak sedimentasi ini adalah lumpur dari bak koagulasi-flokulasi dan sudah berkurang pada bak prasedimentasi.

Perhitungan:

- [TSS] = TSS f x NTU
= 2,3 x 420 NTU
= 966 mg/L
- [TSS] in = 966 mg/L – (966 mg/L x 80%)
= 193,2 mg/L
- [TSS] removal = 80% x 193,2 mg/L
= 154,56 mg/L
- Massa TSS = [TSS] removal x Q
= 154,56 mg/L x 0,25 m³/detik
= 3.348 kg/hari
- Massa tawas = kebutuhan tawas 60%
= 5.400 kg/hari
- Massa tawas/bak = 5.400 kg/hari / 2 unit
= 2.700 kg/hari
- Total solid = massa TSS + massa tawas
= 3.348 kg/hari + 2.700 kg/hari
= 6.048 kg/hari
- % solid = 5%
- Massa lumpur = (100% / % solid) x total solid
= 20 x 6.048 kg/hari
= 120.960 kg/hari
- ρ lumpur = Sw x ρ air
= 1,03 x 1000 kg/m³
= 1030 kg/m³

- Volume lumpur = massa lumpur / ρ lumpur
= 120.960 kg/hari / 1030 kg/m³
= 117,4 m³/hari
- Luas (A1) = P1 x L1
= 11,3 m x 9,8 m
= 110,74 m²
- Luas (A2) = P2 x L2
= 6 m x 6 m
= 36 m²
- V ruang lumpur = $H/3 (A1+A2) + \sqrt{A1 \times A2}$
= 1,5 m/3 (110,74 + 36) + $\sqrt{110,74 \times 36}$
= 103,99 m³
- Lama pengurasan = Volume ruang lumpur / volume lumpur
= 104,92 m³ / 117,4 m³/hari
= 21 jam (memenuhi 12-24 jam)

Perhitungan Outlet (*weir* dan *launder*)

Direncanakan:

- *Weir loading rate* = 10 m³/m.jam
- Q = 0,25 m³/detik
- Panjang *weir* total = (Q tiap unit) / WLR
= 0.25 m³/detik / 0.0028 m²/detik
= 90 m
- Panjang *launder* = 10 m
- Jumlah *weir/lauder* = 2 buah (kiri kanan)
- Panjang *launder* = (panjang *weir* total / 2) / jumlah *launder*
10 m = (90 m / 2) / jumlah *launder*
Jumlah *launder* = 4,5 *launder*
= 5 *launder*
- Jenis *weir* = *v-notch* 90°
- H air di atas *weir* = 0,03 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Q tiap *weir* = $\frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times g} \times h^{\frac{5}{2}}$
= $\frac{8}{15} \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,03^{\frac{5}{2}}$
= 0,00021 m³/detik
- Jumlah *weir* = $\frac{Q}{Q_{weir}}$

$$= \frac{0,25 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,00021 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$= 1.190 \text{ buah}$$

- Jumlah *weir* tiap sisi *laundry* = 1.190 / 5 *laundry* / 2 sisi
= 119 buah
- Lebar air pada *weir* = 2 x h
= 2 x 0,03 m
= 0,06 m
- Tinggi *weir* bebas = 0,01 m
- Tinggi *weir* total = 0,03 m + 0,01 m
= 0,04 m
- Lebar *weir* total = 2 x 0,04 m
= 0,08 m
- Panjang *weir* satu sisi *laundry* = 0,08 m x 119 buah
= 9,52 m
- Lebar *laundry* = 0,3 m
- Q tiap *laundry* = 0,25 m³/detik / (2 x 5 *laundry*)
= 0,025 m³/detik
- Q tiap *laundry* = 1,38 x b x h_o^{1,5}
0,025 m³/detik = 1,38 x 0,3 m x h_o^{1,5}
h_o = 0,16 m
h total = 0,16 m + 0,15 m
= 0,31 m

Saluran Pengumpul

- Debit = 0,5 m³/detik
- Panjang = lebar 2 bak sedimentasi
- Lebar = 1 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran = 0,014
- Kemiringan saluran = 0,001
- Kecepatan aliran = 1 m/detik
- Jari-jari hidrolis :
v = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
1 m/detik = $\frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,001^{1/2}$
R = 0,2946 m
- Tinggi air (h)
R = $\frac{1 \times h}{2 \times h + 1}$

$$\begin{aligned}
 0,2946 \text{ m} &= \frac{2 \text{ m} \times \text{h}}{2 \times \text{h} + 1 \text{ m}} \\
 \text{h} &= 0,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5.5.5 Perencanaan Unit Filter Pasir Cepat

Unit filtrasi merupakan proses yang dilakukan setelah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Direncanakan jenis dan jumlah media filter yang digunakan adalah *dual media* dengan media pasir silika dan antrasit.

Direncanakan:

- Debit (Q) = 0,5 m³/detik
- Kecepatan filtrasi (v) = 6 m/jam
- Media filter dengan media pasir silika
 - Tebal media = 40 cm
 - Porositas (ε) = 0,4
 - Faktor bentuk (Ψ) = 0,75
 - *Specific gravity* = 2,65 kg/m³
 - Distribusi media pasir silika:

Tabel 5. 6 Distribusi Media Pasir Silika

Diameter (cm)	Fraksi Berat (x)
0,069	30%
0,098	50%
0,13	20%

- Media filter dengan media pasir antrasit
 - Tebal media = 40 cm
 - Porositas (ε) = 0,48
 - Faktor bentuk (Ψ) = 0,75
 - *Specific gravity* = 2,65
 - Distribusi media antrasit:

Tabel 5. 7 Distribusi Media Antrasit:

Diameter (cm)	Fraksi Berat (x)
0,05	5
0,07	25
0,092	60
0,11	10

Sumber : Marsono (2000)

- Media penyangga
 - Tebal media = 10 cm
 - Porositas (ϵ) = 0,53
 - Faktor bentuk (Ψ) = 0,8
 - *Specific gravity* = 2,65 kg/m³
 - Distribusi media penyangga:

Tabel 5. 8 Distribusi Media Penyangga

Diameter (mm)	Fraksi Berat (x)
0,4	100

a. Perencanaan Dimensi Unit Filter

- Jumlah unit filter (N)
 - = 12 Q^{0,5}
 - = 12 (0,5 m³/detik)^{0,5}
 - = 9 unit
- Luas per unit (A)
 - = Q / V filtrasi
 - = (0,5 m³ / detik / 9 unit) / (6 m/jam)
 - = 33 m²
- L
 - = 3 m, P = 11 m

Debit tiap unit apabila 1 unit di cuci:

- Debit per unit (Qb)
 - = Q total / jumlah unit
 - = 0,5 m³/detik / 8 unit
 - = 0,0625 m³/detik
- V filtrasi
 - = Qb / A
 - = 0,0625 m³/detik / 33 m²
 - = 0,0018 m/detik

b. Perhitungan *Headloss* Media

- Nre_{0,069 cm} = ($\Psi \cdot \rho \cdot d \cdot V_i$) / μ

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,75 \times 0,9963 \times 0,069 \text{ cm} \times \left(\frac{600}{3600}\right) \text{ cm/detik}}{0,008363} \\
 &= 1,02 \\
 \blacksquare \text{ Cd}_{0,05 \text{ cm}} &= \frac{24}{N_{re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{re}}} + 0,34 \\
 &= \frac{24}{1,02} + \frac{3}{\sqrt{1,02}} + 0,34 \\
 &= 26,81
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai Nre dan Cd tiap diameter media pasir silika:

Tabel 5. 9 Nilai Nre dan Cd Media Pasir Silika

Diameter (cm)	Fraksi berat (x)	Nre	Cd	Cd.X/d
0,069	30%	1,02	26,81	116,5
0,098	50%	1,45	19,38	98,87
0,13	20%	1,93	14,92	22,95
Total				238,32

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Headloss} &= 1,067 \frac{L.V_f^2}{\Psi.e^4.g} \sum \frac{C_d.x}{d} \\
 &= 1,067 \frac{40 \text{ cm} \cdot (0,16 \text{ cm/detik})^2}{0,75 \cdot 0,4^4 \cdot 981 \text{ cm/detik}} 238,32 \\
 &= 13,82 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai Nre dan Cd tiap diameter media antrasit:

$$\begin{aligned}
 \blacksquare \text{ Nre}_{0,05 \text{ cm}} &= (\Psi \cdot \rho \cdot d \cdot V_f) / \mu \\
 &= \frac{0,75 \times 0,9963 \times 0,05 \text{ cm} \times \left(\frac{600}{3600}\right) \text{ cm/detik}}{0,008363} \\
 &= 0,74 \\
 \blacksquare \text{ Cd}_{0,05 \text{ cm}} &= 24 / N_{re} \\
 &= 24 / 0,62 \\
 &= 32,4
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 10 Nilai Nre dan Cd tiap diameter media antrasit

Diameter (cm)	Fraksi Berat (x)	Nre	Cd	Cd.x/d
0,05	5	0,74	32,4	32,4
0,07	25	1,04	26,35	109,16

Diameter (cm)	Fraksi Berat (x)	Nre	Cd	Cd.x/d
0,092	60	1,37	20,41	48,80
0,11	10	1,64	17,31	31,47
Total				221,83

- $$\begin{aligned}
 \text{Headloss} &= 1,067 \frac{L \cdot V_f^2}{\Psi \cdot \epsilon^4 \cdot g} \sum \frac{C_d \cdot x}{d} \\
 &= 1,067 \frac{40 \text{ cm} \cdot (0,16 \text{ cm/detik})^2}{0,75 \cdot 0,48^4 \cdot 981 \text{ cm/detik}} 221,83 \\
 &= 6,21 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai Nre dan Cd tiap diameter media penyangga:

- $$\begin{aligned}
 \text{Nre}_{0,4 \text{ cm}} &= \frac{0,8 \times 0,9963 \times 0,4 \text{ cm} \times (\frac{600}{3600}) \text{ cm/detik}}{0,008363} \\
 &= 6,35
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Cd}_{0,4 \text{ cm}} &= \frac{24}{\text{Nre}} + \frac{3}{\sqrt{\text{Nre}}} + 0,34 \\
 &= \frac{24}{6,35} + \frac{3}{\sqrt{6,35}} + 0,34 \\
 &= 5,31
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Cd} \cdot X/d &= 5,31 \times (100\% / 0,4 \text{ cm}) \\
 &= 13,275
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Headloss} &= 1,067 \frac{10 \text{ cm} \cdot (0,16 \text{ cm/detik})^2}{0,8 \cdot 0,53^4 \cdot 981 \text{ cm/detik}} 13,275 \\
 &= 0,06 \text{ cm}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Headloss media} &= 13,82 \text{ cm} + 6,21 \text{ cm} + 0,06 \text{ cm} \\
 &= 20,09 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Ekspansi Media

Ekspansi media tergantung dengan porositas awal media kecepatan *backwash*. Kecepatan *backwash* tergantung pada diameter media penyangga sehingga pada saat *backwash* media penyangga tidak ikut ter ekspansi.

Perhitungan:

- $$\begin{aligned}
 \text{Vs}_{\text{ media penyangga}} &= \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (S_g - 1) \cdot d}{3 \cdot C_d}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/detik} \cdot (2,65 - 1) \cdot 0,004 \text{ m}}{3 \times 5,31}} \\
 &= 0,13 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}
 \text{Vb} &= \text{Vs} \cdot \epsilon^{4,5} \\
 &= 0,13 \text{ m/detik} \times (0,53)^{4,5}
 \end{aligned}$$

$$= 0,007 \text{ m/detik}$$

Ekspansi Media Pasir Silika:

- V_s _{0,069 cm}

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (S_g - 1) \cdot d}{3 \cdot C_d}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/detik} (2,65 - 1) 0,00069 \text{ m}}{3 \times 26,81}}$$

$$= 0,023 \text{ m/detik}$$
- ϵ_e

$$= \left[\frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22}$$

$$= \left[\frac{0,007 \text{ m/detik}}{0,023 \text{ m/detik}} \right]^{0,22}$$

$$= 0,76$$

Dari perhitungan didapatkan nilai V_s dan ϵ_e tiap diameter media:

Tabel 5. 11 Nilai V_s dan ϵ_e Media Pasir Silika

Diameter (cm)	Fraksi berat (x)	V_s	ϵ_e	$X/(1 - \epsilon_e)$
0,069	30%	0,023	0,76	1,25
0,098	50%	0,033	0,70	1,66
0,13	20%	0,043	0,66	0,58
Total				3,49

- Tinggi ekspansi

$$= (1 - \epsilon) L \cdot \sum \frac{x}{1 - \epsilon_e}$$

$$= (1 - 0,4) 0,4 \text{ m} \cdot 3,49$$

$$= 0,84 \text{ m}$$

Ekspansi Media Antrasit:

- V_s _{0,05 cm}

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot (S_g - 1) \cdot d}{3 \cdot C_d}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/detik} (2,65 - 1) 0,0005 \text{ m}}{3 \times 32,4}}$$

$$= 0,018 \text{ m/detik}$$
- ϵ_e

$$= \left[\frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22}$$

$$= \left[\frac{0,007 \text{ m/detik}}{0,018 \text{ m/detik}} \right]^{0,22}$$

$$= 0,53$$

Tabel 5. 12 Nilai Vs dan ϵ_e Media Antrasit

Diameter (cm)	Fraksi Berat (x)	Vs	ϵ_e	X / (1 - ϵ_e)
0,05	5	0,018	0,53	0,106
0,07	25	0,023	0,51	0,510
0,092	60	0,031	0,46	1,111
0,11	10	0,037	0,44	0,178
Total				1,905

- Tinggi ekspansi = $(1 - \epsilon) L \cdot \sum \frac{x}{1 - \epsilon_e}$
 $= (1 - 0,48) 0,4 \text{ m} \cdot 1,905$
 $= 0,40 \text{ m}$

Cek Ekspansi Media Penyanga

- $\epsilon_e = \left[\frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22}$
 $= \left[\frac{0,007 \text{ m/detik}}{0,13 \text{ m/detik}} \right]^{0,22}$
 $= 0,52$
- $X/(1 - \epsilon_e) = 100\% / (1 - 0,52)$
 $= 2,08$
- Tinggi ekspansi = $(1 - 0,53) \times 0,1 \text{ m} \times 2,08$
 $= 0,1 \text{ m}$
- Ekspansi total = ekspansi pasir + antrasit + penyanga
 $= 0,84 \text{ m} + 0,40 \text{ m} + 0,1 \text{ m}$
 $= 1,34 \text{ m}$
- % ekspansi = $\frac{T_{\text{total}} - T_{\text{media}}}{T_{\text{media}}} \times 100\%$
 $= \frac{1,34 \text{ m} - (0,4 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 0,1 \text{ m})}{(0,4 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 0,1 \text{ m})} \times 100\%$
 $= 48,8 \%$

Kehilangan Tekanan Awal *Backwash*

- Hf silika = $(S_e - 1) (1 - \epsilon) \times L$
 $= (2,65 - 1) (1 - 0,4) \times 0,4$
 $= 0,4 \text{ m}$
- Hf antrasit = $(S_e - 1) (1 - \epsilon) \times L$
 $= (2,65 - 1) (1 - 0,48) \times 0,4$
 $= 0,34 \text{ m}$

- Hf penyangga = $(Se - 1) (1 - \epsilon) \times L$
 = $(2,65 - 1) (1 - 0,53) \times 0,1$
 = 0,07 m
- Hf total = 0,4 m + 0,34 m + 0,07 m
 = 0,81 m

d. Kebutuhan *Backwash*

Direncanakan:

- *v backwash* = 0,001 m/detik
- Dimensi bak
 - Panjang = 11 m
 - Lebar = 3 m
- Periode pencucian = 1 hari sekali
- *Td backwash* = 600 detik

Perhitungan:

- *Q backwash* (*Qb*) = $V_b \times A \text{ filtrasi}$
 = 0,001 m/detik \times (3 m \times 11 m)
 = 0,033 m³/detik
- Volume *backwash* = $Q_b \times t_d$
 = 0,033 m³/detik \times 600 detik
 = 19,8 m³
- Volume total 9 bak = 19,8 m³/detik \times 9 unit
 = 178,2 m³
- Produksi air sehari = 0,5 m³/detik \times 86.400 detik
 = 43.200 m³
- % air *backwash* = $(178,2 \text{ m}^3 / 43.200 \text{ m}^3) \times 100\%$
 = 0,41 %

e. Perhitungan Sistem *Underdrain*

Pipa manifold:

- *v aliran backwash* = 2 m/detik
- *Q backwash* = 0,033 m³/detik
- A manifold = $\frac{Q_b}{v}$
 = $\frac{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \text{ m/detik}}$
 = 0,0165 m²
- D manifold = $\sqrt{\frac{4 \times A \text{ manifold}}{\pi}}$

- = $\sqrt{\frac{4 \times 0,0165 \text{ m}^2}{\pi}}$
- = 0,15 m
- = 150 mm
- P manifold = P bak filtrasi
- = 11 m
- Koefisien kekasaran = 120
- *Headloss* = $\frac{11 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 15 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 33,3 \text{ L/detik}^{1,85}$
- = 0,3 m

Pipa lateral

- Jarak antar pipa = 0,5 m
- D lateral = 0,05 m
- (n) pipa lateral = $\frac{\text{panjang manifold}}{\text{D lateral} + \text{jarak antar lateral}}$
- = $\frac{11 \text{ m}}{0,05 \text{ m} + 0,5 \text{ m}}$
- = 20 buah
- Q tiap lateral = $\frac{Q_b}{n}$
- = $\frac{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}}{20 \text{ buah}}$
- = 0,0017 m³/detik
- A pipa lateral = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
- = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,05 \text{ m}^2$
- = 0,002 m²
- v aliran lateral = $\frac{Q}{A}$
- = $\frac{0,0017 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,002 \text{ m}^2}$
- = 0,85 m/detik
- Jarak pipa lateral ke dinding bak = 0,2 m
- Panjang lateral = 0,5 x W + 0,5 D manifold
- = 0,5 x 3 m + 0,5 x 0,15 m – 0,2 m
- = 1,375 m
- Q per pipa lateral = 0,0017 m³/detik / 20 buah
- = 0,000085 m³/detik
- Jenis pipa = PVC
- Koefisien kekerasan = 120
- *Headloss* = $\frac{1,375 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 0,17 \text{ L/detik}^{1,85}$

$$= 0,0004 \text{ m}$$

Oriface

- D orifice = 1,5 cm
- A orifice = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
= $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,015^2$
= 0,00018 m²
- Luas bak filtrasi = 33 m²
- Perbandingan luas orifice dan bak = 0,005
- A total orifice = 33 m² x 0,005
= 0,165 m²
- (n) orifice per bak = $\frac{0,165}{0,00018 \text{ m}^2}$
= 917 buah
- (v) melalui orifice = $\frac{Q}{A}$
= $\frac{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,165 \text{ m}^2}$
= 0,2 m/detik
- Headloss (Hf) = $k \times \frac{v^2}{2 \times g}$
= $1,7 \times \frac{0,2^2}{2 \times 9,8}$
= 0,003 m
- Hf total underdrain = Hf manifold + Hf lateral + Hf orifice
= 0,3 m + 0,0004 m + 0,003 m
= 0,3 m

f. Perhitungan Wash Trough

Air bekas pencucian yang berada di atas media dialirkan ke melalui *weir dan launder* dan selanjutnya keluar melalui pipa pembuangan. Dasar saluran *washtough* harus diletakkan di atas ekspansi maksimum pada saat pencucian. Hal ini dilakukan agar pasir pada media penyaring tidak ikut terbawa pada saat pencucian.

Direncanakan:

- Q *backwash* per bak = 0,033 m³/detik
- *Weir loading rate* = 10 m³/m/jam
- Panjang *launder* = 11 m
- (n) *weir / launder* = 2 buah (kanan dan kiri)
- Panjang *weir* total = (Q tiap unit) / WLR
= 0.033 m³/detik / 0.0028 m²/detik

- $= 12 \text{ m}$
 - Panjang *launder* $= (\text{panjang weir total} / 2) / \text{jumlah launder}$
 - 11 m $= (12 \text{ m} / 2) / \text{jumlah launder}$
 - Jumlah *launder* $= 0,73 \text{ launder}$
 - $= 1 \text{ launder}$
- Jenis *weir* $= \text{segiempat}$
- Koefisien debit (C_d) $= 0,6$
- Debit per *weir* $= 0,033 \text{ m}^3/\text{detik} / 1 \text{ buah} / 2$
- $= 0,0165 \text{ m}^3/\text{detik}$

- H air di atas *weir* $= \sqrt[3/2]{\frac{Q}{2 \times C_d \times \sqrt{2} \times g \times b}}$
- $= \sqrt[3/2]{\frac{0,0165 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2} \times 9,8 \times 11 \text{ m}}}$
- $= 0,01 \text{ m}$
- Jumlah *weir* $= \frac{Q}{Q_{\text{weir}}}$
- $= \frac{0,033 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,0165 \text{ m}^3/\text{detik}}$
- $= 2 \text{ buah}$
- Jumlah *weir* per sisi *launder* $= 2 \text{ buah} / 2$
- $= 1 \text{ buah}$
- Lebar *launder* (b) $= 0,3 \text{ m}$
- Q tiap *launder* $= 0,033 \text{ m}^3/\text{detik} / 1 \text{ buah}$
- $= 0,033 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Q tiap *launder* $= 1,38 \times b \times h_o^{1,5}$
- $0,033 \text{ m}^3/\text{detik} = 1,38 \times 0,3 \text{ m} \times h_o^{1,5}$
- $h_o = 0,18 \text{ m}$
- h total $= 0,18 \text{ m} + 0,15 \text{ m} (\text{freeboard})$
- $= 0,33 \text{ m}$
- Tinggi lokasi *gutter* $= H \text{ ekspansi} + \text{freeboard}$
- $= 1,34 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$
- $= 1,64 \text{ m}$
- H air total:
- $= H \text{ ekspansi} + D \text{ manifold} + H \text{ washtrough} + H \text{ air di atas weir}$
- $= 1,34 \text{ m} + 0,15 \text{ m} + 0,33 \text{ m} + 0,01 \text{ m}$
- $= 1,83 \text{ m}$

g. Perhitungan Pompa *Backwash*

Direncanakan:

- Debit *backwash* = 0,033 m³/detik
- *Hf backwash* = *Hf media backwash* + *Hf underdrain*
= 0,81 m + 0,3 m
= 0,84 m
- Panjang pipa = 30 m

Perhitungan:

- A pipa = 0,033 m³/detik / 2 m/detik
= 0,0165 m²
- D pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 0,0165 \text{ m}^2}{3,14}}$
= 0,14 m

Digunakan pipa dengan diameter 150 mm

- V cek = 0,033 m³/detik / (1/4 x 3,14 x 0,15 m²)
= 1,94 m/detik (memenuhi)
- *Hf* pipa = $\frac{30 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 15 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 33 \text{ L/detik}^{1,85}$
= 0,82 m
- Head pompa = *Hf*_{backwash} + *Hf*_{pipa} + sisa tekan
= 0,84 m + 0,82 m + 1 m
= 2,66 m

Kebutuhan daya pompa menurut spesifikasi:

- Panjang = 499 mm
- Lebar = 485 mm
- Tinggi = 783 mm
- Head pompa = 2,66 m
- Q pompa = 0,033 m³/detik
- Efisiensi pompa = 80%
- Efisiensi transmisi = 92%
- Faktor cadangan = 0,15

Perhitungan:

- HHP = $\frac{Q \times \gamma \times H_p}{75}$
= $\frac{0,033 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 998,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2,66 \text{ m}}{75}$
= 1,16 Hp
- BHP = HHP / η_p
= 1,16 Hp / 80%
= 1,45 Hp
- Nd = $\frac{\text{BHP} (1 + \alpha)}{\eta_{\text{trans}}}$

$$= \frac{1,45 \text{ Hp} (1 + 0,15)}{92\%}$$

$$= 1,8125 \text{ Hp}$$

5.5.6 Perencanaan Desinfeksi

Dalam penyediaan air minum, desinfeksi dimaksudkan untuk melindungi pemakai air dari penularan penyakit yang dapat disebarkan melalui air. Jenis desinfeksi yang digunakan adalah jenis gas klor (Cl_2). Klor merupakan bahan yang paling umum digunakan karena efektif pada konsentrasi rendah, murah dan membentuk sisa klor jika digunakan pada dosis yang mencukupi.

Direncanakan:

- Debit (Q) = 0,5 m³/detik
- Sisa klor di air = 0,3 mg/L
- Dosis optimum klor = 2,61 mg/L
- Kapasitas tabung = 100 kg

Perhitungan:

- Dosis klor = dosis optimum klor + sisa klor
= 2,61 mg/L + 0,3 mg/L
= 2,91 mg/L
- Kebutuhan klor = dosis klor x debit
= 2,91 mg/L x 0,5 m³/detik
= 126 kg/hari
- Jumlah tabung / hari = 126 kg/hari / 100 kg
= 1,26 tabung
= 2 tabung

5.5.7 Perencanaan Unit Reservoir

Unit reservoir berfungsi untuk penampungan terakhir air yang telah diolah dan memenuhi syarat kualitas air minum. Pada perencanaan unit reservoir direncanakan dengan % penyimpanan sebesar 20%.

Direncanakan:

Dimensi Reservoir

- Waktu produksi = 24 jam/hari
- Debit (Q) = 0,5 m³/detik
- % penyimpanan = 20%
- H reservoir = 4 m
- Rasio P : L = 2 : 1

Perhitungan:

- V produksi = 0,5 m³/detik x 86.400 detik
= 43.200 m³
- V reservoir = 20% x 43.200 m³
= 8.640 m³
- Luas reservoir (A) = 8.640 m³ / 4 m
= 2.160 m²
- 2.160 m² = 2L²
- L = 33 m, P = 66 m

5.5.2 Perencanaan Unit *Sludge Drying Bed*

Lumpur dari proses pengolahan air minum berasal dari unit prasedimentasi dan unit sedimentasi. Unit *sludge drying bed* dipilih karena mudah dalam pengoprasianya dan murah. Volume lumpur yang dihasilkan sebanyak 441,4 m³/hari dengan kadar zat padat 5%. Direncanakan lamanya proses pengeringan selama 10 hari.

Direncanakan:

- H *cake* = 0,5 m
- H kerikil = 0,3 m
- H pasir = 0,3 m
- Lama pengeringan = 10 hari
- Kadar air akhir = 60%
- Rasio P : L = 1 : 1
- Pengisian = 3 hari
- V lumpur total:
= V lumpur unit prasedimentasi + V lumpur unit sedimentasi
= 324 m³/hari + 117,4 m³/hari
= 441,4 m³/hari

Perhitungan:

- Volume lumpur (V) = (441,4 m³/hari) x 3 hari
= 1.324 m³

- V lumpur akhir = $1.324 \text{ m}^3 - ((1.324 \text{ m}^3 \times (95\% - 60\%)))$
= $860,6 \text{ m}^3$
- Luas (A) = $V \text{ lumpur akhir} / H \text{ cake}$
= $860,6 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ m}$
= 1.721 m^2
- 1.721 m^2 = L^2
L = $41,5 \text{ m}$, P = $41,5 \text{ m}$
- H awal lumpur = $\text{Volume lumpur} / A$
= $1.324 \text{ m}^3 / 1.721 \text{ m}^2$
= $0,8 \text{ m}$
- H total = $H \text{ awal} + H \text{ pasir} + H \text{ kerikil} + \text{freeboard}$
= $0,8 \text{ m} + 0,3 \text{ m} + 0,3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$
= $1,7 \text{ m}$
- Jumlah bak = $\text{lama pengeringan} / \text{pengisian} + 1$
= $10 \text{ hari} / 3 \text{ hari} + 1$
= 4 bak

5.10 BOQ dan RAB

Pada perencanaan proyek ini, perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) didasarkan atas kebutuhan bangunan yang ada pada IPAM. RAB merupakan hasil perhitungan antara BOQ dengan harga satuan yang telah dikalikan dengan indeks yang sesuai dengan harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2018. BOQ dan RAB IPAM dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 13 BOQ dan RAB IPAM Tahap 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
INTAKE					
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pembersihan lahan	170	m ²	Rp 23.259	Rp 3.954.030
2	Penggalian tanah	1090	m ³	Rp 23.252	Rp 25.344.680
3	Pekerjaan dinding beton bertulang	265	m ³	Rp 1.201.746	Rp 318.462.690
4	Pemasangan pipa	2	unit	Rp 22.194	Rp 44.388

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
5	Pemasangan pompa	2	unit	Rp 521.100	Rp 1.042.200
6	Pemasangan aksesoris pipa	10	unit	Rp 15.500	Rp 155.000
7	Pekerjaan lantai kerja	30,3	m ³	Rp 850.623	Rp 25.773.877
8	Pekerjaan pondasi beton bertulang	3,6	m ³	Rp 4.989.056	Rp 17.960.602
9	Plesteran halus	13,14	m ²	Rp 85.727	Rp 1.126.453
Sub Total					Rp 393.863.919
II	MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL				
1	Pompa <i>submersible</i> 800 mm	2	unit	Rp 14.980.000	Rp 29.960.000
2	Panel pompa VSD soft stater	2	unit	Rp 2.000.000	Rp 4.000.000
3	Pipa galvanis 1150 mm	10	m	Rp 250.000	Rp 2.500.000
4	Elbow 90 1150 mm	4	unit	Rp 360.000	Rp 1.440.000
5	Tee 1150 mm x 1150 mm	2	unit	Rp 470.775	Rp 941.550
6	Check valve 1150 mm	2	unit	Rp 3.248.100	Rp 6.496.200
7	Increaser 800 mm - 1150 mm	2	unit	Rp 121.300	Rp 242.600
Sub Total					Rp 45.580.350
PIPA PEMBAWA					
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pembersihan lahan	70	m ²	Rp 23.259	Rp 1.628.130
2	Pemasangan pipa	1	unit	Rp 16.059	Rp 16.059
3	Pengurukan tanah kembali	70	m ²	Rp 20.378	Rp 1.426.460
4	Pemasangan aksesoris pipa	1	unit	Rp 15.500	Rp 15.500
Sub Total					Rp 3.086.149
II	MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL				
1	Pipa galvanis 1150 mm	70	m	Rp 340.200	Rp 23.814.000

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
2	Flange 1150 mm	1	unit	Rp 225.000	Rp 225.000
Sub Total					Rp 24.039.000
PIPA PEMBAGI					
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pembersihan lahan	24	m ²	Rp 23.259	Rp 558.216
2	Pemasangan pipa	2	unit	Rp 16.059	Rp 32.118
3	Pemasangan aksesoris pipa	14	unit	Rp 15.500	Rp 217.000
4	Pengurukan tanah kembali	24	unit	Rp 20.378	Rp 489.072
Sub Total					Rp 1.296.406
II	MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL				
1	Pipa galvanis 600 mm	44	m	Rp 1.127.000	Rp 49.588.000
2	Tee 1150 mm x 600 mm	3	unit	Rp 548.700	Rp 1.646.100
3	Gate valve 600 mm	3	unit	Rp 2.900.710	Rp 8.702.130
4	Flange 1150 mm	1	unit	Rp 225.000	Rp 225.000
5	Meter air 600 mm	3	unit	Rp 223.760	Rp 671.280
6	Elbow 90 800 mm	4	unit	Rp 340.000	Rp 1.360.000
Sub Total					Rp 62.192.510
UNIT PRASEDIMENTASI					
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pembersihan lahan	1984	m ²	Rp 23.259	Rp 46.145.856
2	Penggalian tanah	5998	m ³	Rp 23.252	Rp 139.465.496
3	Pekerjaan dinding beton bertulang	392	m ³	Rp 1.201.746	Rp 471.084.432
4	Pekerjaan lantai kerja	595,2	m ³	Rp 850.623	Rp 506.290.810
5	Pekerjaan pondasi beton bertulang	15	m ³	Rp 4.989.056	Rp 74.835.840
6	Pembuatan tangga beton	16,8	m ³	Rp 1.487.590	Rp 24.991.512

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
7	Pemasangan pagar besi	1984	m	Rp 456.725	Rp 906.142.400
8	Plesteran halus	840	m ²	Rp 85.727	Rp 72.010.680
9	Pemasangan aksesrois pipa	3	unit	Rp 115.000	Rp 345.000
10	Pemasangan plat besi laundry	90	m	Rp 1.156.020	Rp 104.041.800
Sub Total					Rp 2.345.353.826
II	MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL				
1	Pompa <i>submersible</i> 800 mm	2	unit	Rp 14.980.000	Rp 29.960.000
2	Tee 800 mm x 800 mm	1	unit	Rp 395.730	Rp 395.730
3	Elbow 90 800 mm	2	unit	Rp 340.000	Rp 680.000
4	Pipa galvanis 800 mm	30	m	Rp 285.700	Rp 8.571.000
Sub Total					Rp 39.606.730
UNIT KOAGULASI - UNIT FILTRASI					
I	PEKERJAAN KONTRUKSI				
1	Pembersihan lahan	872,4	m ²	Rp 23.259	Rp 20.291.152
3	Pekerjaan dinding beton bertulang	1105	m ³	Rp 1.201.746	Rp 1.327.929.330
4	Pekerjaan lantai kerja	437,9	m ³	Rp 850.623	Rp 372.487.812
5	Pekerjaan pondasi beton bertulang	34,5	m ³	Rp 4.989.056	Rp 172.122.432
6	Pembuatan tangga beton	2,5	m ³	Rp 1.487.590	Rp 3.718.975
7	Pemasangan pagar besi	144	m	Rp 456.725	Rp 65.768.400
9	Kerangka atap baja ringan	1596	m ²	Rp 524.030	Rp 836.351.880
10	Pemasangan atap	1596	m ²	Rp 343.200	Rp 547.747.200
13	Pemasangan plat besi laundry	199	m	Rp 1.156.020	Rp 230.047.980
14	Pemasangan perpipaan	509	m	Rp 22.194	Rp 11.296.746

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
15	Plesteran halus	1040	m ²	Rp 85.727	Rp 89.156.080
16	Dinding drainase K-100	234,4	m	Rp 1.210.746	Rp 283.798.862
II	MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL				
1	Plate settler	111	unit	Rp 130.000	Rp 14.430.000
2	Media pasir filter	118,8	m ³	Rp 150.000	Rp 17.820.000
3	Media antrasit filter	118,8	m ³	Rp 275.000	Rp 32.670.000
4	Media penyangga filter	29,7	m ³	Rp 120.000	Rp 3.564.000
5	Gate valve 600 mm	12	unit	Rp 2.900.710	Rp 34.808.520
6	Gate valve 250 mm	18	unit	Rp 2.503.400	Rp 45.061.200
7	Gate valve 150 mm	9	unit	Rp 1.309.000	Rp 11.781.000
8	Tee 250 mm x 250 mm	9	unit	Rp 243.800	Rp 2.194.200
9	Elbow 90 600 mm	22	unit	Rp 328.700	Rp 7.231.400
10	Pipa galvanis 150 mm	118	m	Rp 632.293	Rp 74.610.574
11	Pipa galvanis 50 mm	248	m	Rp 430.190	Rp 106.687.120
12	Pipa galvanis 600 mm	98	m	Rp 1.127.000	Rp 110.446.000
13	Pipa galvanis 250 mm	45	m	Rp 723.020	Rp 32.535.900
Sub Total					Rp 4.454.556.763
RESERVOIR					
I	PEKERJAAN KONSTRUKSI				
1	Pembersihan lahan	2160	m ²	Rp 23.259	Rp 50.239.440
2	Penggalian tanah	8494	m ³	Rp 23.252	Rp 197.502.488
3	Pekerjaan dinding beton bertulang	255,4	m ³	Rp 1.201.746	Rp 306.925.928
4	Pekerjaan lantai kerja	653,4	m ³	Rp 850.623	Rp 555.797.068
5	Pekerjaan pondasi beton bertulang	2,3	m ³	Rp 4.989.056	Rp 11.474.829

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
8	Plat penutup reservoir K-300	653,4	m ³	Rp 3.057.799	Rp 1.997.965.867
9	Pemasangan manhole	4	unit	Rp 654.030	Rp 2.616.120
10	Pemasangan pipa	128		Rp 16.059	Rp 2.055.552
11	Pemasangan pintu	1	unit	Rp 860.100	Rp 860.100
12	Dinding beton (rumah pompa)	102,9	m ³	Rp 1.314.300	Rp 135.241.470
13	Kerangka atap baja ringan	495	m ²	Rp 524.030	Rp 259.394.850
14	Pemasangan atap	495	m ²	Rp 343.200	Rp 169.884.000
16	Dinding beton (bak koagulan)	60	m ³	Rp 1.201.746	Rp 72.104.760
Sub Total					Rp 3.762.062.472
II	PEKERJAAN MEKANIKA DAN ELEKTRIKAL				
1	Pompa centrifugal backwash 400 mm	2	unit	Rp 34.150.000	Rp 68.300.000
2	Pompa dosing	2	unit	Rp 11.230.000	Rp 22.460.000
2	Panel pompa VSD soft stater	2	unit	Rp 2.000.000	Rp 4.000.000
3	Gate valve 400 mm	2	unit	Rp 2.370.000	Rp 4.740.000
4	Gate valve 150 mm	9	unit	Rp 1.860.000	Rp 16.740.000
5	Increaser 150 mm - 400 mm	9	unit	Rp 237.510	Rp 2.137.590
6	Elbow 90 800 mm	1	unit	Rp 340.000	Rp 340.000
7	Elbow 90 400 mm	9	unit	Rp 317.500	Rp 2.857.500
8	Elbow 90 150 mm	9	unit	Rp 294.000	Rp 2.646.000
9	Pipa galvanis 800 mm	50	m	Rp 285.700	Rp 14.285.000
9	Pipa galvanis 400 mm	60	m	Rp 253.230	Rp 15.193.800
10	Pipa galvanis 150 mm	18	m	Rp 203.900	Rp 3.670.200
11	Tabung gas klor	2	unit	Rp 8.701.230	Rp 17.402.460

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
Sub Total					Rp 174.772.550
SLUDGE DRYING BED					
I	PEKERJAAN STRUKTUR				
1	Pembersihan lahan	1721	m ²	Rp 23.259	Rp 40.028.739
3	Pekerjaan pondasi beton bertulang	1,2	m ³	Rp 4.989.056	Rp 5.986.867
4	Pekerjaan lantai kerja	1.550	m ³	Rp 850.623	Rp 1.318.465.650
5	Pekerjaan dinding beton bertulang	254	m ²	Rp 1.201.746	Rp 305.243.484
6	Media pasir	1550	m ³	Rp 150.000	Rp 232.500.000
7	Media kerikil	1550	m ³	Rp 120.000	Rp 186.000.000
Sub Total					Rp 2.088.224.740
					Rp 13.394.635.415

Berdasarkan hasil perhitungan BOQ dan RAB, total biaya pembangunan IPAM tahap 1 sebesar Rp. 13.394.635.415.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Kualitas air baku Bendung Gerak Sembayat belum memenuhi syarat air baku kelas I, kuantitas air baku yang dapat ditampung di Bendung Gerak Sembayat sebesar 10 juta m³.
2. Pembangunan IPAM akan dibagi menjadi 2 tahap pembangunan dengan kapasitas 1000 L/detik, sehingga setiap IPAM memiliki kapasitas 500 L/detik. Pembangunan IPAM tahap 1 pada tahun 2021 dan tahap 2 pada tahun 2027.
3. Pengolahan air baku dari Bendung Gerak Sembayat menggunakan sistem konvensional. Unit pengolahan terdiri dari unit *intake*, 2 unit prasedimentasi, 1 unit koagulasi dengan sistem hidrolis, 2 unit flokulasi dengan sistem hidrolis, 2 unit sedimentasi, 9 unit filtrasi, desinfeksi, unit *reservoir* dan *sludge drying bed*.
4. Biaya pembangunan IPAM tahap 1 sebesar Rp. 13.394.635.415.

6.2 Saran

1. Perlu di lakukan pengamatan terkait kualitas sumber air baku secara berkala, sehingga kualitas air baku dapat selalu dipantau agar pengolahan air tetap berlangsung dengan efisien.
2. Diperlukan informasi tingginya minat masyarakat untuk menggunakan air minum dari PDAM serta juga tingkat kemampuan membayar tanggungan beban dalam membayar biaya atas jumlah air yang digunakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

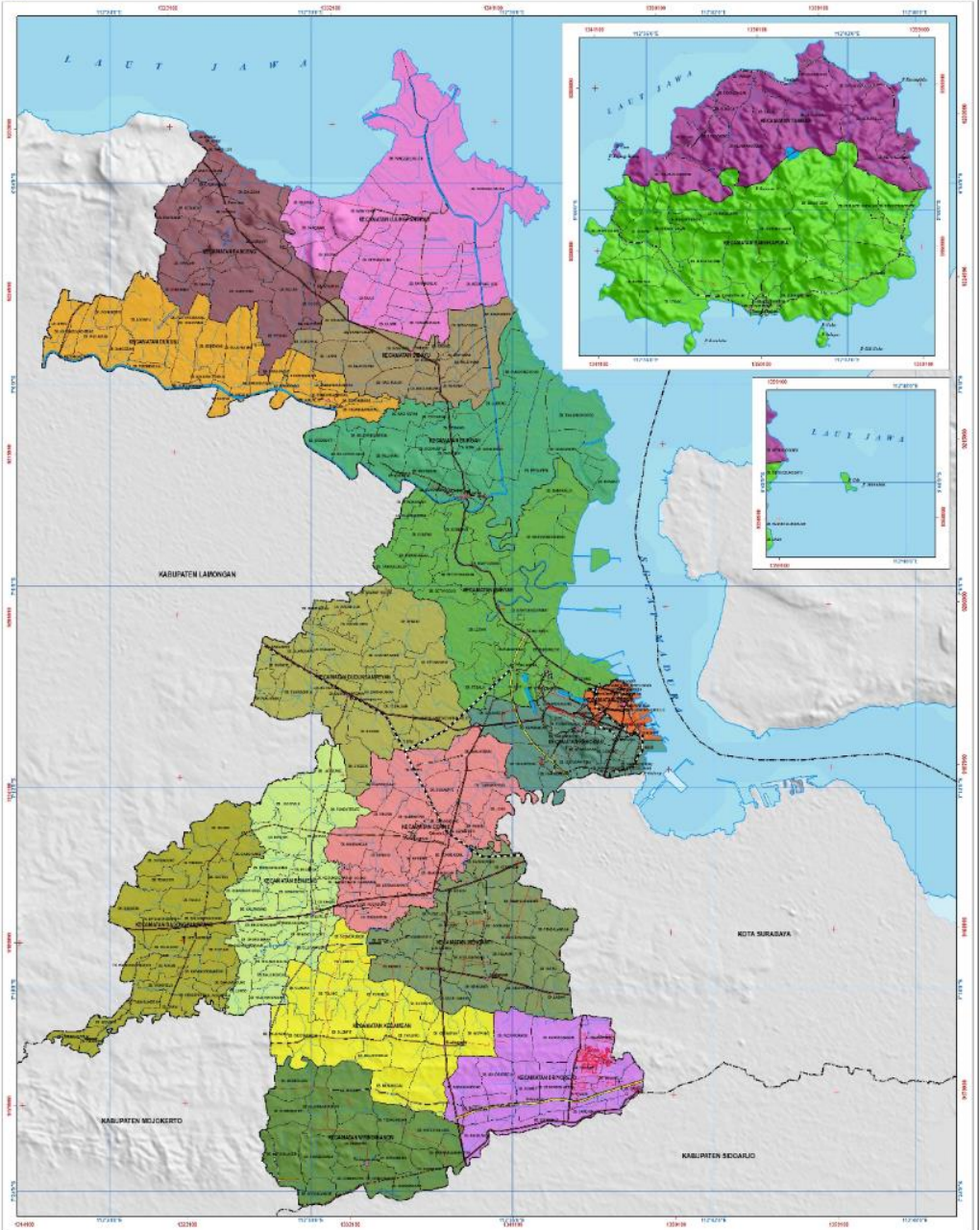
- A W W A & ASCE. 1998. *Water Treatment Plant Design 3rd Edition*. USA: McGraw-Hill Companies Inc.
- Al Layla, M.Anis, Shamin Ahmad and E.Joe Middebrooks. 1987. *Water Supply Engineering Design*. Michigan: Ann-Arbor Science.
- Anggraini, D. 2008. *Pemilihan Koagulan untuk Pengolahan Air Bersih di PDAM Badak Singa Kota Bandung*. Bandung: Jurusan Teknik Lingkungan ITB.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Modul Reservoir*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Darmasetiawan, Martin. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung: Yayasan Suryono.
- Droste, Ronald L., 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. New York: John Wiley & Sons.
- Joko, T. 2010. *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kawamura, Susumu. 1991. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*.
- Linsey, ray. K., et al.1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Mangkoedihardjo, Sarwoko. 1985. "*Penyediaan Air Bersih I: Dasar-dasar Perencanaan dan Evaluasi Kebutuhan Air*". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Masduqi, Ali dan Abdu F. Assomadi. 2012. *Operasi & Proses Pengolahan Air*. Surabaya: ITS Press.
- Metcalf dan Eddy. 2014. *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery Volume 2 Edisi Kelima*. Singapura: MacGraw Hill.
- Montgomery, J.M. 1985. *Water Treatment Principles and Design*. California: John Willey & Sons, Inc.
- Pemerintah Kabupaten Gresik. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Gresik Tahun 2016-2021*.
- Qasim, S.R, Motley, E.M, & Zhu, G. 2000. *Water Works Engineering: Planning, Design, and Operation*. London: Prentice-Hall.
- Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Reynolds, D. Tom. 1982. *Unit Operation and Processes in Environmental Engineering*. California: Brooks/Cole Engineering Division, Monterey.
- Saputri W. E. 2011. *Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Badakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang*. Depok: Universitas Indonesia.
- Schultz, C.R. and Okun, D.A.1992. *Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries*. New York, USA: John Willey & Sons Inc.
- Winarni. 2003. *Modul I: Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Universitas Trisakti.

LAMPIRAN I
PETA KABUPATEN GRESIK

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PETA ADMINISTRASI KABUPATEN GRESIK PROVINSI JAWA TIMUR



SKALA 1:100,000

SISTEM KOORDINAT REPERSENSI:
 Proyeksi: Universal Transverse Mercator (UTM)
 Bujur: Grid
 Datum: World Geodetic System 1984 (WGS 84)
 Zona: Satuan 02

KEDALAMAN LAUT
 0 meter
 - 500 meter

LEGENDA

- Kota Kabupaten
- Kota Kecamatan
- Nama Kampung
- Batas Provinsi
- Batas Kota/Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Desa/Perumahan
- Jalan Keras Api
- Jalan TOL
- Jalan Arteri
- Jalan Kolektor
- Jalan Lokal
- Jalan Lintas
- Jalan Setengah
- Garis Pantai
- Arak Sungai
- Danau/Waduk

KECAMATAN

- BALUNPANDIPANO
- BENDUNG
- BUNGAH
- CEMPE
- DRYOREJO
- DUKUJIKAMPARAN
- DUNGUN
- GRESIK
- KESAMBAN
- KEDAMARAN
- MANHAR
- MENGANTI
- PANGGEN
- SANGKAPURA
- SIDAYU
- TRUSMI
- WULUNGPRAGAH
- YIRINDIKANDI

PROVINSI JAWA TIMUR

Gresik yang digambarkan

SUMBER DATA

1. Atlas Badan Administrasi Indonesia, Sekretariat Tahun 1981
2. Peta ATLAS Provinsi Jawa Timur, Biro Geomatikal
3. Peta Infrastruktur Kabupaten Gresik, Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2012
4. Peta Administrasi Kabupaten Gresik, SAPPEDA Tahun 2010
5. Peta Administrasi Kabupaten Gresik, SAPPEDA Tahun 2010
6. Digital Elevation Model - SRTM, USGS Tahun 2010
8. Bathymetry Topography, SINA Tahun 2010

DesignMap
 Peta Digital dan Interaktif
 Jl. Sekeloa Selatan 1 No. 10
 Gedung Sate, Bandung 40132
 Telp. (022) 25050000
 www.designmap.com
 info@designmap.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN II
PERATURAN BAKU MUTU AIR BAKU DAN BAKU
MUTU AIR MINUM

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Parameter	Satuan	Metode				Keterangan
		I	II	III	IV	
Umum	mg/l	0,02	0,02	0,02	1	
pH	mg/l	0,9	(1)	(1)	(1)	Berl. berdasarkan sil. umum secara komparasi, 1,0 < 0,1 mg/l
Leptang	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,5	Berl. berdasarkan sil. umum secara komparasi, 1,0 < 2 mg/l
Klorin (Cl)	mg/l	0,02	0,02	0,02	1	Berl. berdasarkan sil. umum secara komparasi, 0,1 < 1 mg/l
Kromium	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	
Selenium	mg/l	0,01	0,02	0,02	0,02	
Boron	mg/l	1	1	1	1	
Barium	mg/l	1	(1)	(1)	(1)	
Kopif	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	
Vasum	mg/l	0,02	1	1	1	
Al ³⁺	mg/l	0,2	(1)	(1)	(1)	Berl. berdasarkan kandungan unsur logam berat mg/l, mg/l > 0,05 mg/l, sesuai MHP
NO ²⁻ asetat	mg/l	10	10	50	50	
NO ³⁻ asetat	mg/l	0,5	0,5	1	2	
LOI (total spt) p	mg/l	6	4	3	0	Untuk pasir minimum
DO	mg/l	10	50	50	100	
COO	mg/l	5	3	6	15	
Btl	mg/l	6 - 8	6 - 8	6 - 8	2 - 8	Untuk secara standar di luar wilayah terdapat unsur di lingkungan perindustri/ komersial/ rumah
KIMIA ANORGANIK						
Besiin 1 (total)	mg/l	50	50	400	400	Berl. berdasarkan sil. umum secara komparasi, lebih rendah dari < 5000 mg/l
Besiin 2 (total)	mg/l	1000	1000	1000	5000	
Tembakun	g/c	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 2	Deviasi tembakun dan kadmium disesuaikan
EBIK						
PARAMETER	SALINAN	I	II	III	IV	Keterangan

REPUBLIK INDONESIA
PRESIDEN



KEPENGANTARAAN KEJEMAHAN AIR
DINAS KEJEMAHAN AIR DAN
WISATA 14 Desember 2001
NOMOR 82 TAHUN 2001
PERATURAN PEMERINTAH
TAMBAHAN

KETERANGAN	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
DDI	mltr	5	5	5	5	
Chloroform	mltr	3	(-)	(-)	(-)	
Vitamin D ₂ Urengitru	mltr	13	(-)	(-)	(-)	
BHC	mltr	310	310	310	(-)	
Aspirin (leuk)	mltr	1	1	1	(-)	
Sulfamiazol Leukon	mltr	500	500	500	(-)	
Preparasi aspirin MIBVIG	mltr	1000	1000	1000	(-)	
INDUKSI KEMERAMAN						
- Gelas - A	mltr	1	1	1	1	
- Gelas - B	mltr	0,1	0,1	0,1	0,1	
INDUKSI KEMERAMAN						
- Lemak cecairum	1ml/100 ml	100	2000	10000	5000	ca. 10000 ml/100 ml
MIKROBIOLOGI						
Berendam aspirin H-2	mltr	0,005	0,005	0,005	(-)	[Beri] Berdodopirun sa unamu secara komutasioner 2 aspirin H-2 = 0,1 mltr
Aspirin lepatra	mltr	0,03	0,03	0,03	(-)	[Beri] VBAVA lepatra qd berdodopirun
Zelium	mltr	400	(-)	(-)	(-)	[Beri] Berdodopirun sa unamu secara komutasioner 100% N = 1 mltr
Vitru aspirin H	mltr	0,06	0,06	0,06	(-)	
Eropoda	mltr	0,2	1,2	1,2	(-)	
Spesies	mltr	0,05	0,05	0,05	(-)	
Spesies	mltr	600	0,02	0,02	(-)	
Sol. Pektin	mltr	0,051	0,005	0,005	0,005	[Beri] Berdodopirun sa unamu secara komutasioner 3x 2 = 2 mltr
Amilum	mltr	0,1	(-)	(-)	(-)	
BIKAK						
BAROMETER	SALTIM	I	II	III	IV	Keterangan





PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

PARAMETER	SATUAN	KELAS				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	(-)
Methoxychlor	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	(-)
Endrin	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	(-)
Toxaphen	ug/L	1	4	4	4	(-)
ug/L	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	(-)

Keterangan:

mg = miligram
 ug = mikrogram
 ml = militer
 l = liter

Bq = Becquerel

MEAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Untuk parameter yang termasuk kelas termaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda < adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

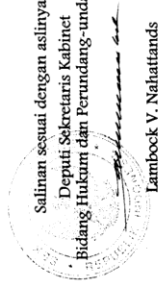
td

MEGAWATI SOEKARNOPUTRI

Salinan sesuai dengan aslinya

Deputi Sekretaris Kabinet

Bidang Hukum dan Perundang-undangan,



Lamboek V. Nahattands



**PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010**

TENTANG

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
- b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

5. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
10. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
11. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdaganganannya;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum;
13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1575/Menkes/Per/XI/2005 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 439/Menkes/Per/VI/2009;
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
15. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 922/Menkes/SK/VIII/2008 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota bidang Kesehatan;
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 852/Menkes/SK/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat;



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor
01/PRT/M/2009 tentang Penyelenggaraan
Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Bukan
Jaringan Perpipaan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI KESEHATAN TENTANG
PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM.**

Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Penyelenggara air minum adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat dan/atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum.
3. Pemerintah daerah adalah gubernur, bupati, atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
4. Kantor Kesehatan Pelabuhan yang selanjutnya disingkat KKP adalah unit pelaksana teknis Kementerian Kesehatan di wilayah pelabuhan, bandara dan pos lintas batas darat.
5. Menteri adalah menteri yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang kesehatan.
6. Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang selanjutnya disingkat BPOM adalah badan yang bertugas di bidang pengawasan obat dan makanan sesuai peraturan perundang-undangan.

Pasal 2

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan.

Pasal 3

- (1) Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
- (2) Parameter wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.
- (3) Pemerintah daerah dapat menetapkan parameter tambahan sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- (4) Parameter wajib dan parameter tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini.

Pasal 4

- (1) Untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat dilakukan pengawasan kualitas air minum secara eksternal dan secara internal.
- (2) Pengawasan kualitas air minum secara eksternal merupakan pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota atau oleh KKP khusus untuk wilayah kerja KKP.
- (3) Pengawasan kualitas air minum secara internal merupakan pengawasan yang dilaksanakan oleh penyelenggara air minum untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksi memenuhi syarat sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.
- (4) Kegiatan pengawasan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air, pengujian kualitas air, analisis hasil pemeriksaan laboratorium, rekomendasi dan tindak lanjut.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tatalaksana pengawasan kualitas air minum ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 5

Menteri, Kepala BPOM, Kepala Dinas Kesehatan Propinsi dan Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan Peraturan ini sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing.

Pasal 6

Dalam rangka pembinaan dan pengawasan, Menteri dan Kepala BPOM dapat memerintahkan produsen untuk menarik produk air minum dari peredaran atau melarang pendistribusian air minum di wilayah tertentu yang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 7

Pemerintah atau pemerintah daerah sesuai kewenangannya memberikan sanksi administratif kepada penyelenggara air minum yang tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 8

Pada saat ditetapkannya Peraturan ini, maka Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sepanjang mengenai persyaratan kualitas air minum dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.



Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 19 April 2010

MENTERI KESEHATAN,

tttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Keadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1,5

II. PARAMETER TAMBAHAN

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	KIMIAWI		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/l	0,001
	Antimon	mg/l	0,02
	Barium	mg/l	0,7
	Boron	mg/l	0,5
	Molybdenum	mg/l	0,07
	Nikel	mg/l	0,07
	Sodium	mg/l	200
	Timbal	mg/l	0,01
	Uranium	mg/l	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	mg/l	10
	Deterjen	mg/l	0,05
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/l	0,004
	Dichloromethane	mg/l	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/l	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethene	mg/l	0,05
	Trichloroethene	mg/l	0,02
	Tetrachloroethene	mg/l	0,04
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	mg/l	0,01
	Toluene	mg/l	0,7
	Xylenes	mg/l	0,5
	Ethylbenzene	mg/l	0,3
	Styrene	mg/l	0,02
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/l	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	mg/l	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/l	0,008
	Acrylamide	mg/l	0,0005
	Epichlorohydrin	mg/l	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/l	0,0006



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitritotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH

LAMPIRAN III
HASIL ANALISIS KUALITAS AIR BAKU

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



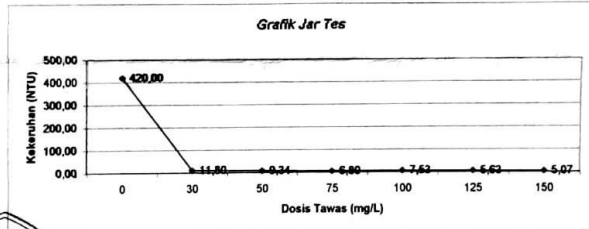
LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
 TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA PERCOBAAN JAR TES

Asal Sampel : Air Bendung Sembayat
 Pemilik : Sdr. I. Gede Andhika Giasta
 Dikirim Tanggal : 21 Februari 2020

Perlakuan	Percobaan ke						
	1	2	3	4	5	6	7
Volume Sampel (Liter)	1	1	1	1	1	1	1
Dosis Tawas (mg/L)	0	30	50	75	100	125	150
Pengadukan cepat 100 rpm	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit	1 menit
Pengadukan lambat 40 rpm	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit
Pengendapan 0 rpm	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit
- pH	7,30	6,80	6,80	6,80	6,00	5,20	6,00
- Kekeruhan (NTU)	420,00	11,80	9,34	6,80	7,53	5,63	5,07
Deterjen (mg/L LAS)	0,56	-	-	0,38	-	-	-



Departemen Teknik Lingkungan
 Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
 Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS
 Kepala
 Prof. Dr. An. M. S. Saminugroem, MSc
 NIP. 195501281985032001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN IV
GAMBAR *DETAIL ENGINEERING DESIGN* IPAM

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

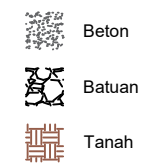
Detail Engineering Design
Unit Intake

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

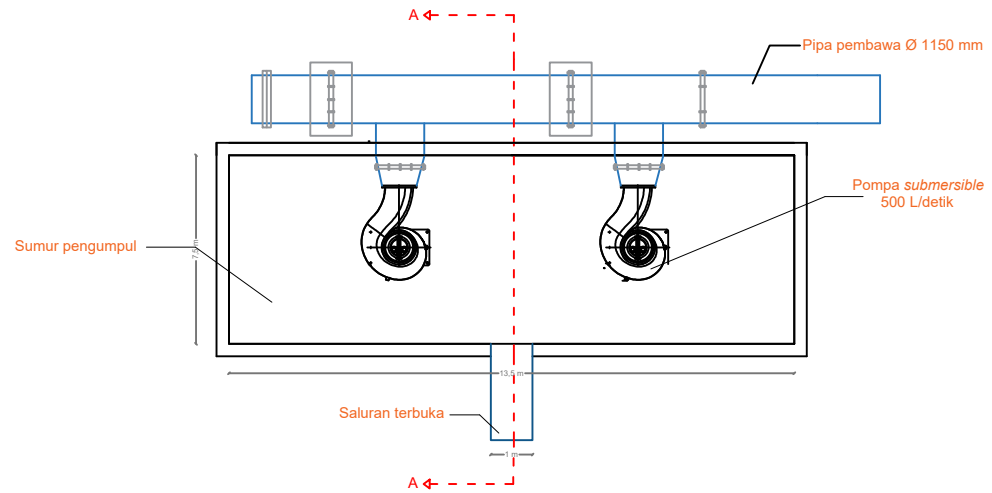
MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

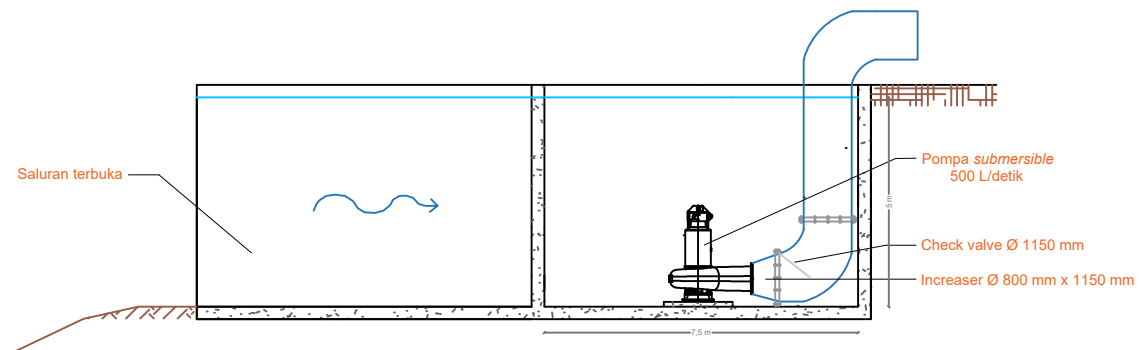


NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

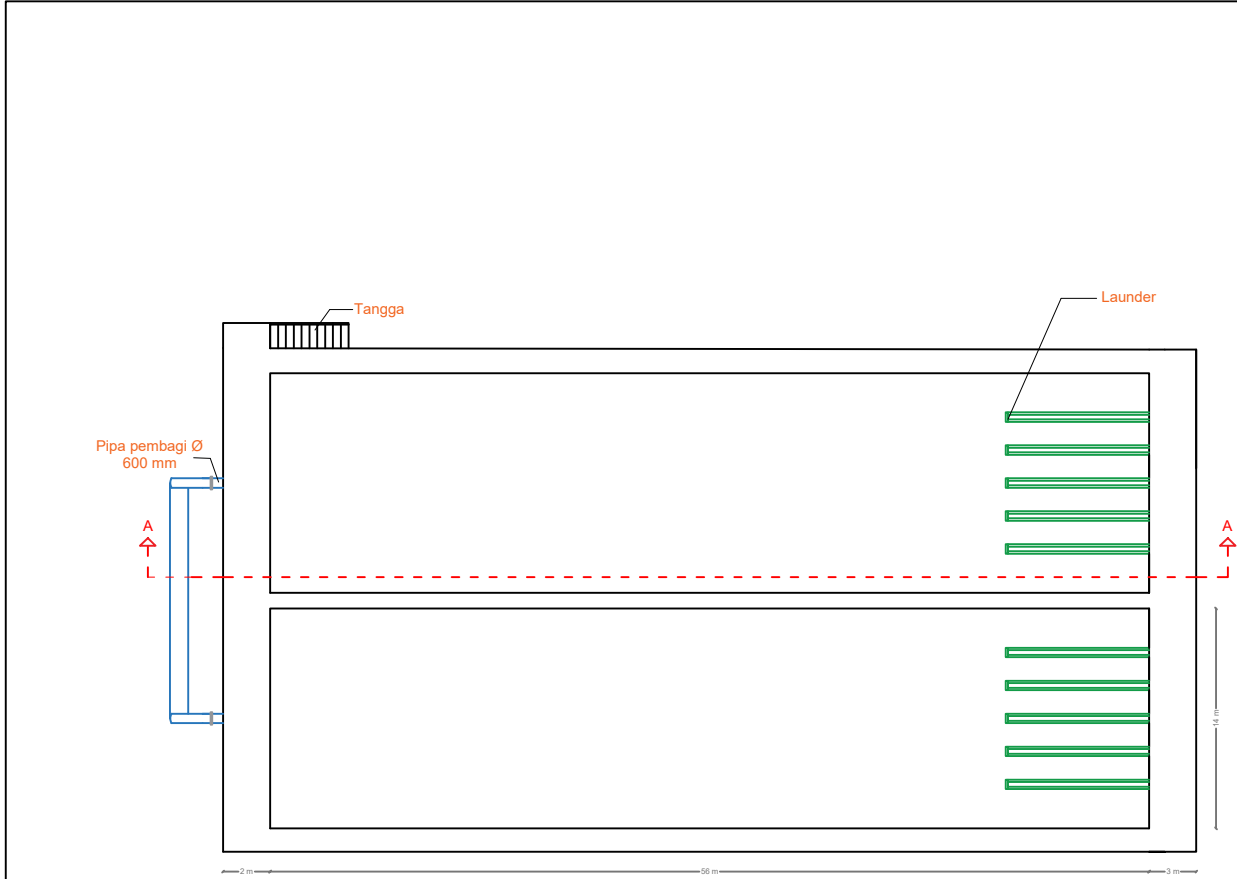
1	17
---	----



DENAH INTAKE
SKALA 1 : 150



POTONGAN INTAKE A-A
SKALA 1 : 150



DENAH UNIT PRASEDIMENTASI
SKALA 1 : 400



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

Detail Engineering Design
Unit Prasedimentasi

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

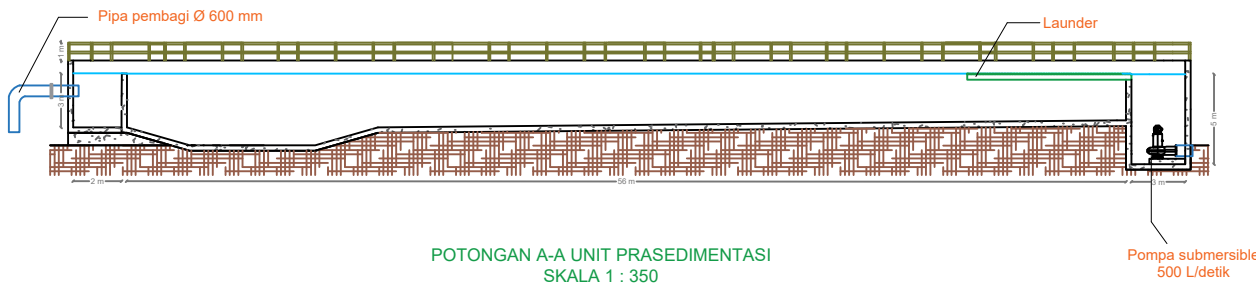
I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

NO. LEMBAR

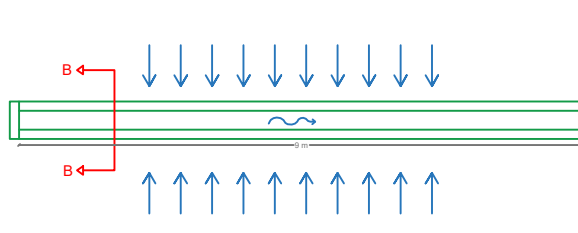
JUMLAH LEMBAR

2

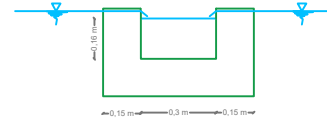
17



POTONGAN A-A UNIT PRASEDIMENTASI
SKALA 1 : 350



DETAIL LAUNDER
SKALA 1 : 50



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 25



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

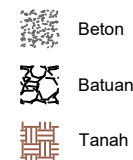
Detail Engineering Design
Unit Prasedimentasi

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

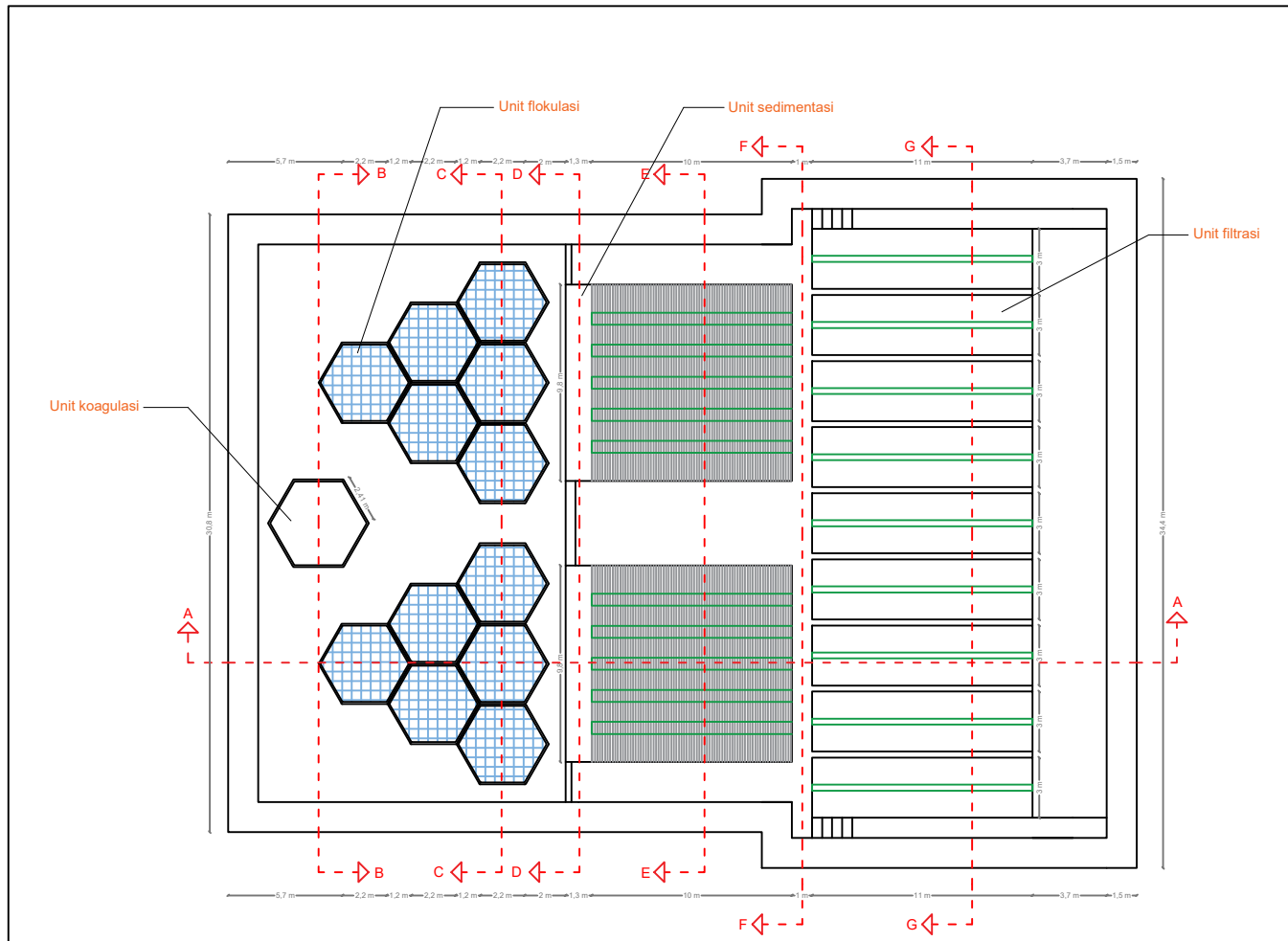
I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107



NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

3	17
---	----

3	17
---	----



DENAH IPAM
SKALA 1 : 300



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

Detail Engineering Design
Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

4

17



Departemen Teknik Lingkungan
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Surabaya

JUDUL GAMBAR




Potongan Memanjang
 Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
 NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

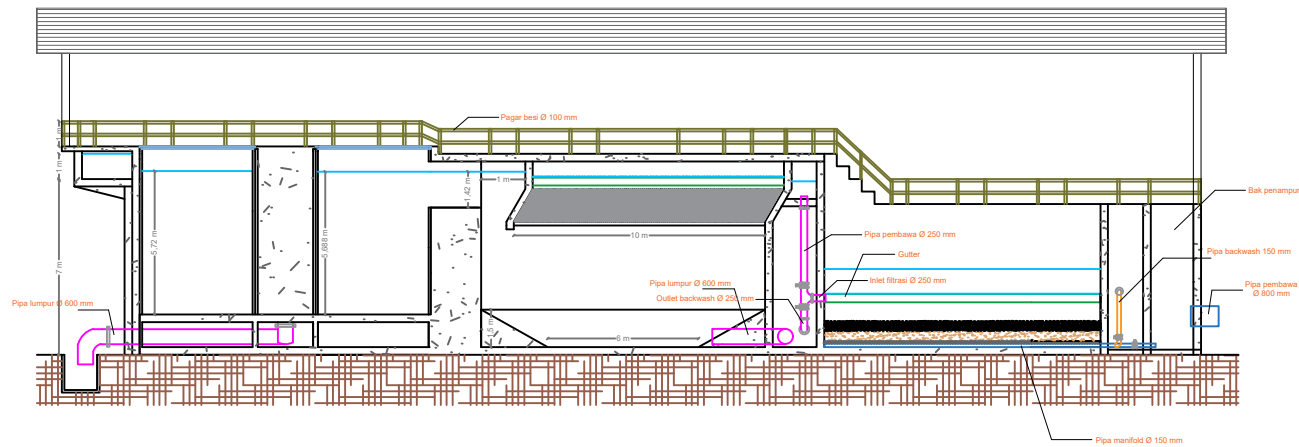
I Gede Andhika Giasta Putra
 NRP : 03211640000107

-  Beton
-  Batuan
-  Tanah

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

5

17



POTONGAN A-A
 SKALA 1 : 250



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

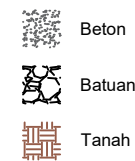
Potongan Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

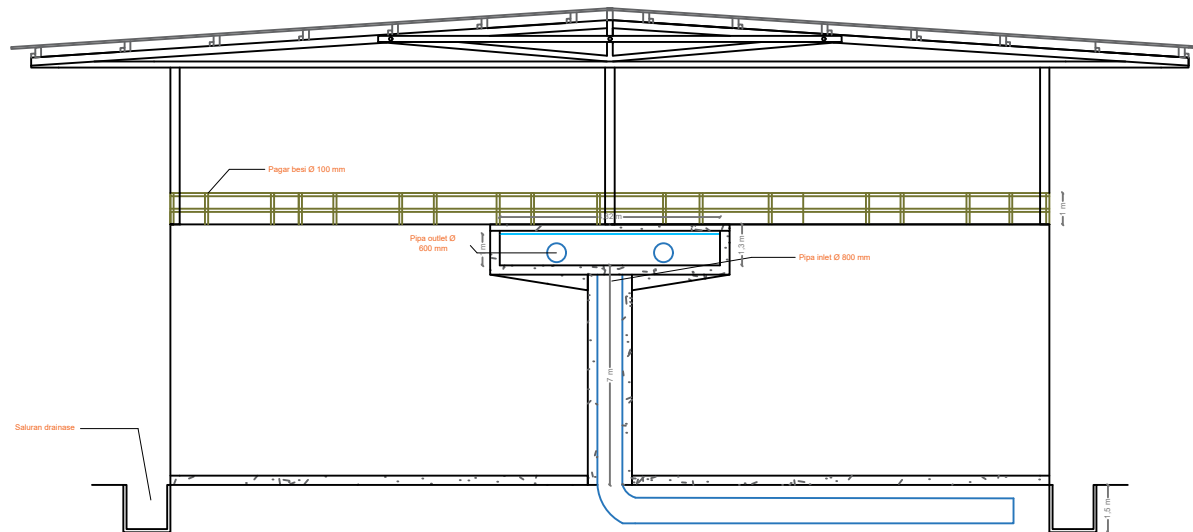
I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107



NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

6

17



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 200



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

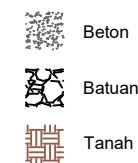
Potongan Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

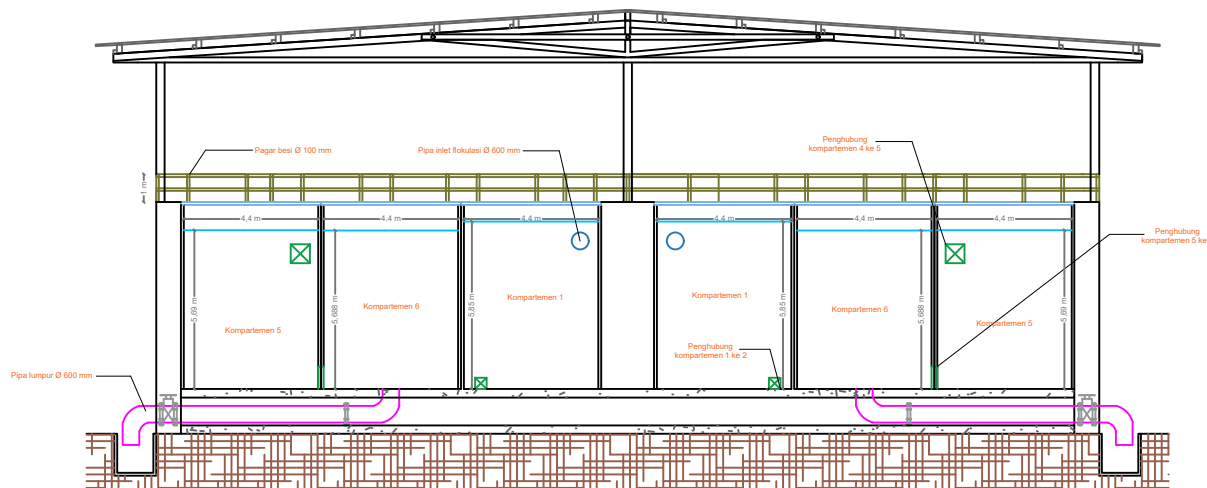


NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

7

17



POTONGAN C-C
SKALA 1 : 200



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

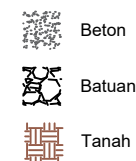
Potongan Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

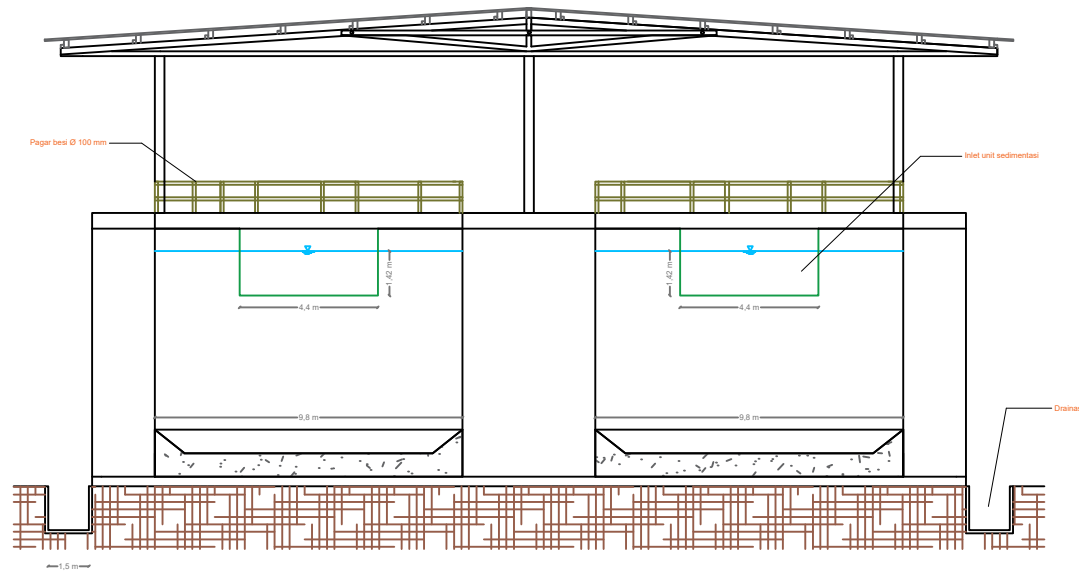


NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

8

17



POTONGAN D-D
SKALA 1 : 200



Departemen Teknik Lingkungan
 Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Surabaya

JUDUL GAMBAR




Potongan Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
 NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

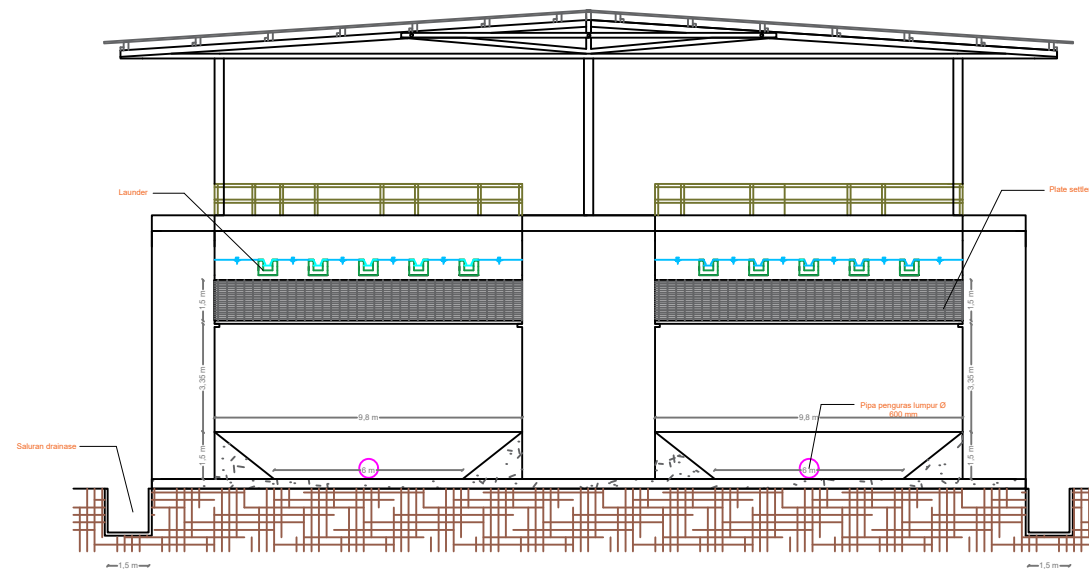
I Gede Andhika Giasta Putra
 NRP : 0321164000107

-  Beton
-  Batuan
-  Tanah

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

9

17



POTONGAN E-E
 SKALA 1 : 200



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

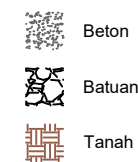
Potongan Unit IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

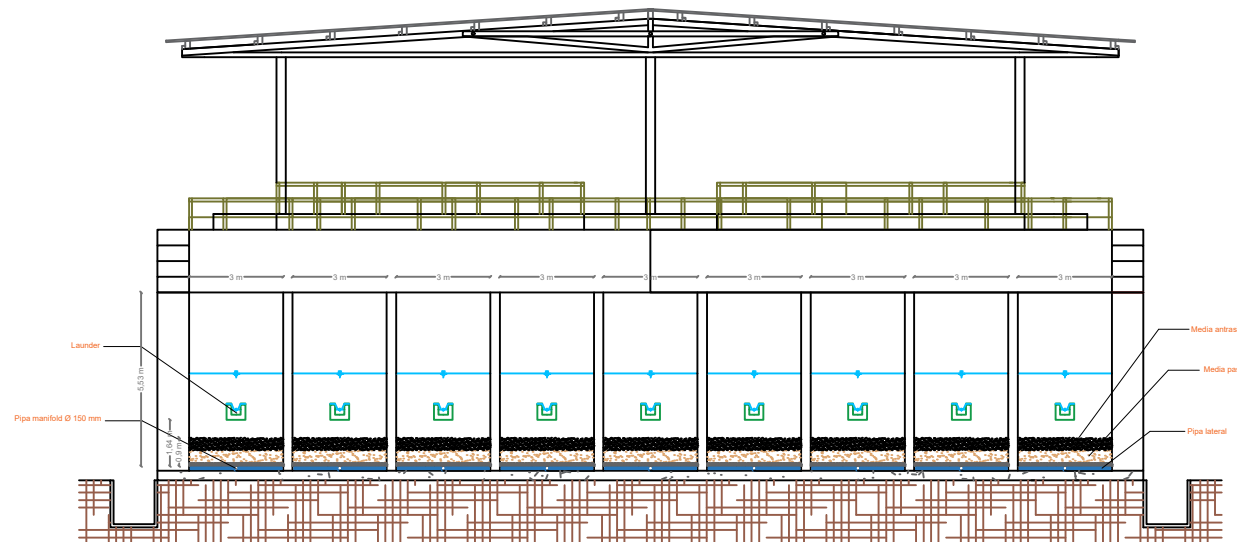
MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

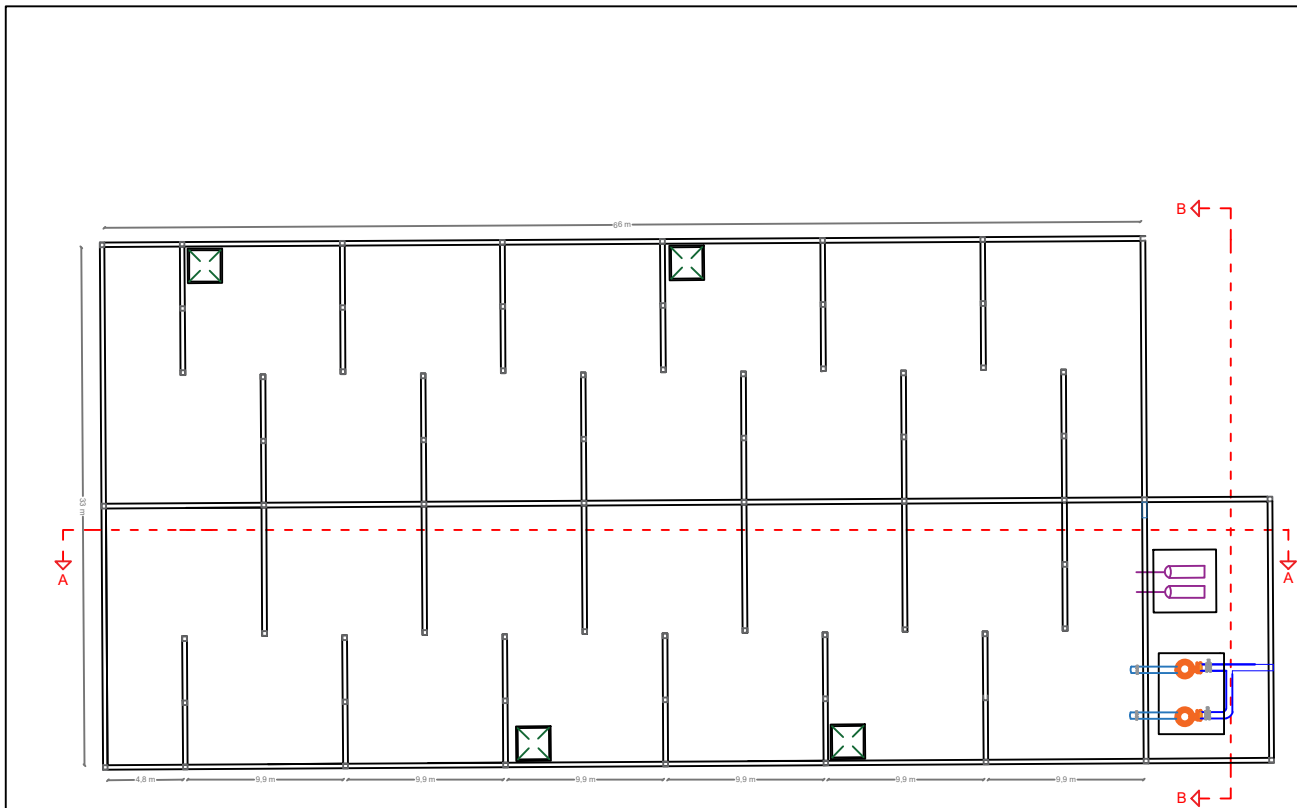


NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

11	17
----	----



POTONGAN G-G
SKALA 1 : 200



DENAH RESERVOIR DAN RUMAH POMPA
SKALA 1 : 400



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

Denah Reservoir dan
Rumah Pompa

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

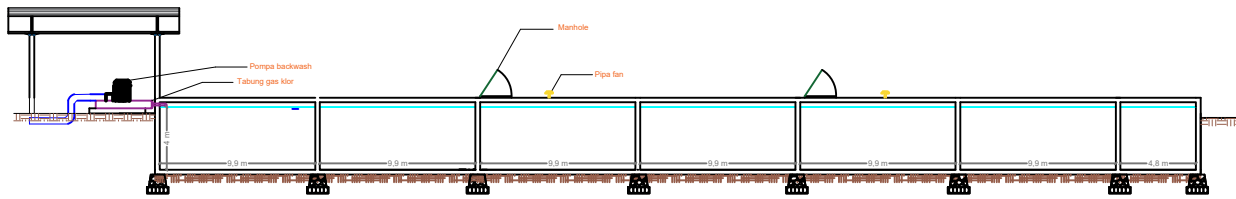
MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

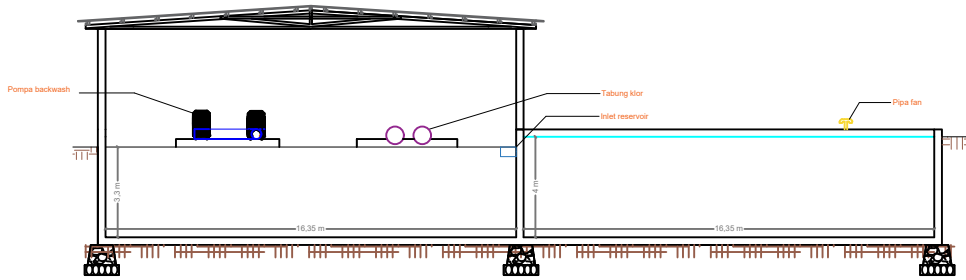
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

12

17



POTONGAN A-A DENAH RESERVOIR
DAN RUMAH POMPA
SKALA 1 : 400



POTONGAN B-B DENAH RESERVOIR
DAN RUMAH POMPA
SKALA 1 : 250



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR




Potongan Unit Reservoir
dan Rumah Pompa

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

-  Beton
-  Batuan
-  Tanah

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

13

17



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

Denah Bangunan
Pengolahan Lumpur

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

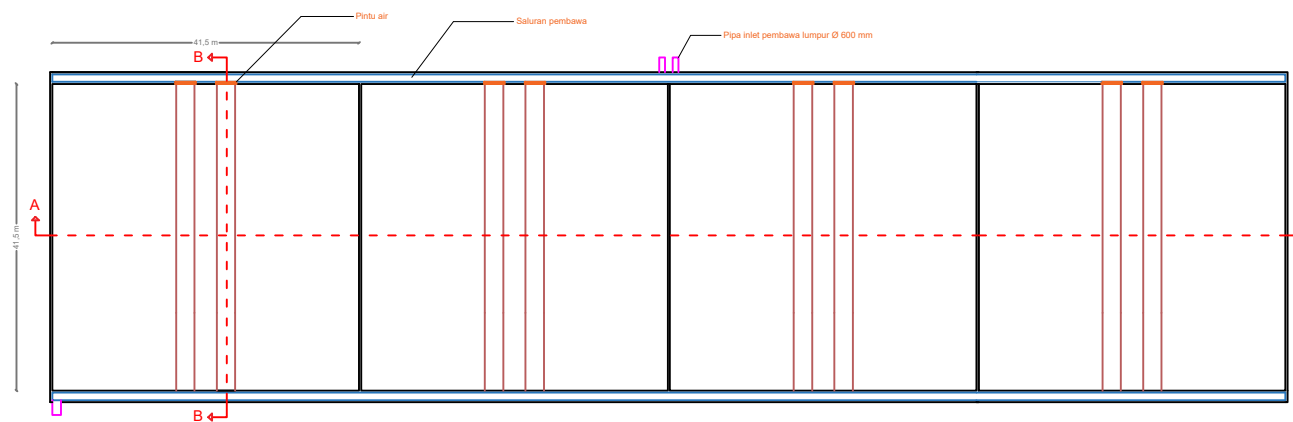
I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

14

17



DENAH Sludge Drying bed
SKALA 1 : 850



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

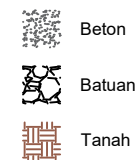
Potongan Bangunan
Pengolahan Lumpur

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 0321164000107

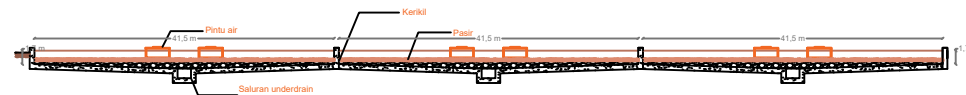


NO. LEMBAR

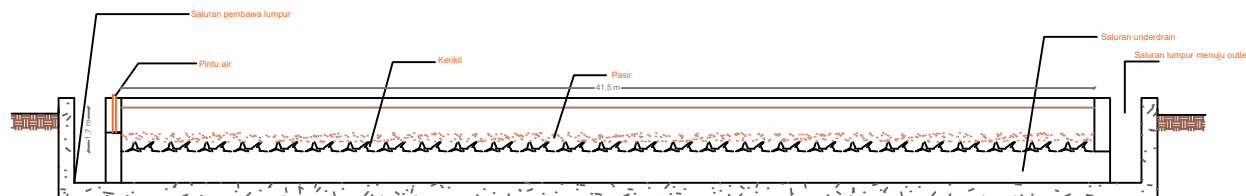
JUMLAH LEMBAR

15

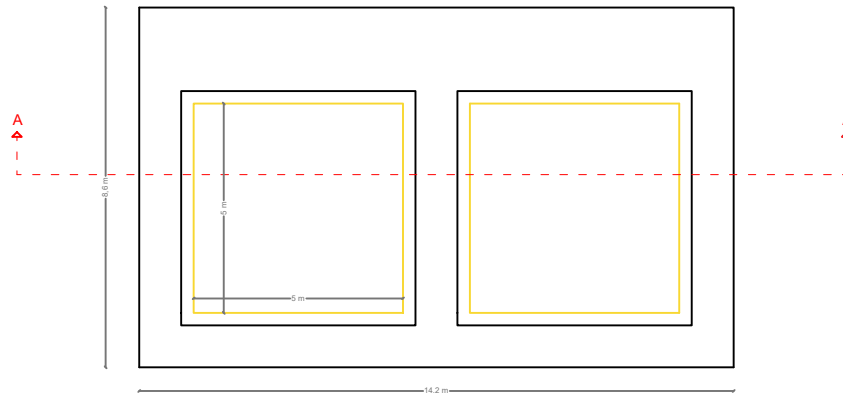
17



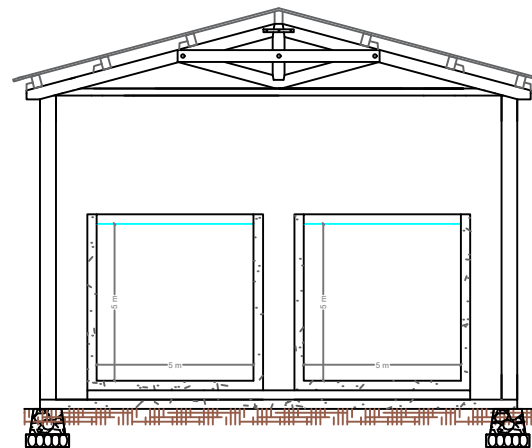
POTONGAN A-A Sludge Drying Bed
SKALA 1 : 650



POTONGAN B-B Sludge Drying Bed
SKALA 1 : 200



DENAH RUMAH
POMPA KOAGULAN
SKALA 1 : 150



POTONGAN A-A DENAH
RUMAH POMPA KOAGULAN
SKALA 1 : 200



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR




Denah dan Potongan
Rumah Pompa Koagulan

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

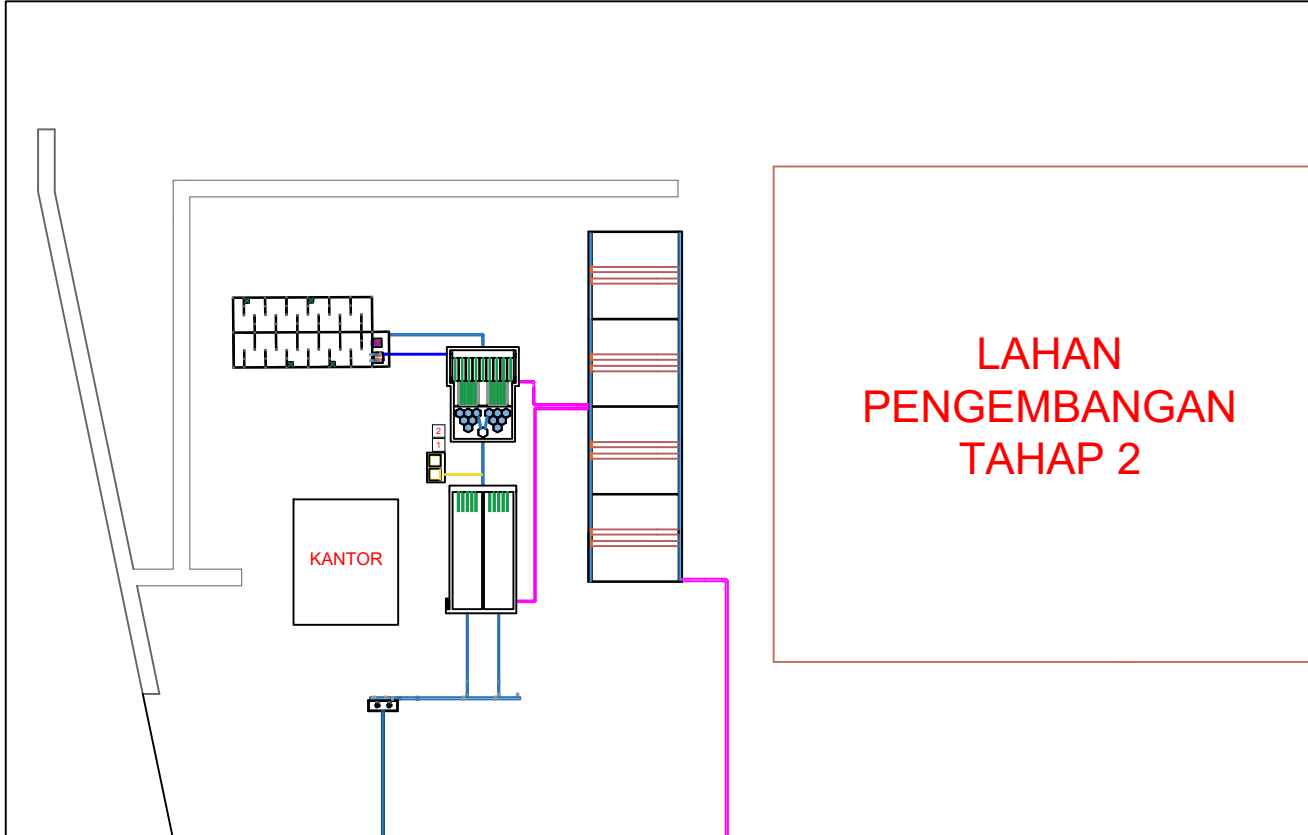
MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 0321164000107

-  Beton
-  Batuan
-  Tanah

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

16	17
----	----



LAHAN PENGEMBANGAN TAHAP 2

SUNGAI BENGAWAN SOLO



LAYOUT IPAM
SKALA 1 : 3000



Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

JUDUL GAMBAR

Layout IPAM

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
NIP : 19650317 199102 1 001

MAHASISWA

I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107

- 1 Ruang Kontrol
- 2 Ruang Elektrikal dan Mekanikal

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
17	17



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : I Gede Andhika Giasta Putra
NRP : 03211640000107
Judul : Perencanaan Instalasi Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	19-02-2020	1. Penentuan lokasi pembangunan IPAM 2. Volume tampungan Bendung Gerak Sembayat 3. Data operasi pintu Bendung Gerak Sembayat	Bpm
2.	15-03-2020	Analisis kualitas air minum	Bpm
3.	08-04-2020	<i>Intake</i>	Bpm
4.	25-04-2020	1. Unit prasedimentasi 2. Saluran terbuka	Bpm
5.	26-04-2020	1. Analisis kedalaman muka air sungai 2. Nre unit prasedimentasi 3. Perhitungan <i>Outlet</i> unit prasedimentasi (<i>launder dan weir</i>)	Bpm
6.	27-04-2020	Perencanaan unit koagulasi	Bpm
7.	29-04-2020	1. Revisi perhitungan td dan G unit koagulasi 2. Bak penampungan koagulan 3. Pipa injeksi koagulan	Bpm
8.	01-05-2020	1. Perhitungan unit flokulasi 2. Td unit flokulasi kurang besar, cari di kriteria SNI 3. <i>Headloss</i> pada saluran penghubung komaprtemen	Bpm
9.	02-05-2020	1. Sketsa <i>plate settler</i> 2. Perhitungan unit sedimentasi	Bpm
10.	23-05-2020	BOQ dan RAB	Bpm
11.	08-06-2020	Asistensi PPT seminar kemajuan	Bpm
12.	29-06-2020	Asistensi perbaikan seminar kemajuan via zoom	Bpm
13.	06-08-2020	Asistensi draft laporan TA	Bpm

Surabaya, 6 Agustus 2020
Dosen Pembimbing

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.



enviro.its.ac.id/?

page_id=3826)

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxxx)

I Gede Andhika Giasta Putra (3211640000107)

Dosen Pembimbing: Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Saran:

1. Pada kesimpulan cantumkan kapasitas pengolahan dan update Rab
2. Beri alasan mengapa kapasitas 1000 L/dt

Perbaikan:

Dosen Penguji 1: Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Saran:

1. Tolong dalam desain ditambahkan sentuhan inovasi perencanaan agar diperoleh suatu desain yang efektif dan efisien baik dalam investasi dan operasinya...
2. Latar belakang perlu nya membangun 1000 liter/detik.
3. Perhitungan kecukupan air baku, dan kemungkinan pentahapan proses pembangunan.

Perbaikan:

Tambahkan perhitungan analisa kecukupan air baku...

Dosen Penguji 2: Alfian Purnomo, ST, MT

Saran:

Diperlukan tahapan perencanaan

Perbaikan:

Analisa kuantitas air baku diperbaiki

Dapat melanjutkan ke tahap ujian lisan

Ok

TOP

Copyright © 2020 Departemen Teknik Lingkungan

(<http://enviro.its.ac.id/>) - All Rights Reserved

 (<https://www.facebook.com/enviroits>)

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan Air

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxxx)

I Gede Andhika Giasta Putra (3211640000107)

Dosen Pembimbing: Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Saran:

Perbaiki sesuai saran dosen penguji

LULUS

Dosen Penguji 1: Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Saran:

1. Tambahkan kriteria perencanaan untuk unit 2 operasi yang diperlukan
2. Dalam pembahasan di tambahkan kurva kebutuhann air VS tahun pelayanan
2. dalam kesimpulan ditambahkan jumlah unit operasi yang diperlukan, serta tahapan pembangunannya, terkait dengan kebutuhan air oleh masyarakat.

LULUS

Dosen Penguji 2: Alfian Purnomo, ST, MT

Saran:

Lihat lebih lanjut ([https://drive.google.com/open?](https://drive.google.com/open?id=1x3ouyhiQnA9CXAsQiYIHVvwafs4VoBcr)

[id=1x3ouyhiQnA9CXAsQiYIHVvwafs4VoBcr](https://drive.google.com/open?id=1x3ouyhiQnA9CXAsQiYIHVvwafs4VoBcr))

LULUS

Dosen Penguji 3: Harmin Sulistyning Titah, ST., MT., PhD

Saran:

Perbaiki penulisan spt di sebagai awalan dan kata sambung

Banyak belajar terutama untuk mekanismenya unit-unit pengolahan air minum

LULUS

Ok

SEARCH



Open Talk Program Pascasarjana Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan ITS (http://enviro.its.ac.id/?u_event=open-talk-program-pascasarjana-fakultas-teknik-sipil-perencanaan-dan-kebumihan-its)

13/06/2020

Guest Lecture Series 2019 #8-Pencapaian Pembangunan Sanitasi Pemukiman di Indonesia (http://enviro.its.ac.id/?u_event=guest-lecture-series-2019-8-pencapaian-pembangunan-sanitasi-pemukiman-di-indonesia)

25/04/2019

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap I Gede Andhika Giasta Putra lahir pada 27 April 1998 di Denpasar, Bali. Penulis mengenyam pendidikan formal di SD Saraswati 3 Denpasar dari tahun 2004-2006 dan SD Cipta Dharma Denpasar dari tahun 2007-2010. Selanjutnya penulis meneruskan sekolah di SMP Negeri 6 Denpasar, tamat tahun 2013, dan di SMA Negeri 1 Denpasar tamat tahun 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan jenjang S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Kota Surabaya pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 03211640000107. Selama berkuliah di ITS, penulis aktif di kegiatan organisasi serta kepanitiaan di TPKH ITS dan HMTL ITS. Penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi TPKH-ITS sebagai Ketua Harian TPKH-ITS masa bakti tahun 2018-2019. Berbagai pelatihan juga diikuti penulis dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi pada alamat e-mail: gedeandhikagp@gmail.com

