



TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) DI *LONG STORAGE* KALIMATI KABUPATEN SIDOARJO

ERIALDO INDRA PRATAMA
0321164000058

Dosen Pembimbing
Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

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



TUGAS AKHIR - RE 184804

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) DI *LONG STORAGE* KALIMATI KABUPATEN SIDOARJO

ERIALDO INDRA PRATAMA
0321164000058

Dosen Pembimbing
Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

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



FINAL PROJECT - RE 184804

PLANNING OF WATER TREATMENT PLANT (WTP) IN KALIMATI LONG STORAGE SIDOARJO REGENCY

ERIALDO INDRA PRATAMA
0321164000058

Supervisor
Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) DI *LONG STORAGE* KALIMATI KABUPATEN SIDOARJO

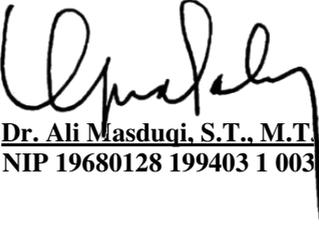
TUGAS AKHIR

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:

ERIALDO INDRA PRATAMA
NRP 0321164000058

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

SURABAYA
AGUSTUS 2020



Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *Long Storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo

Nama : Erialdo Indra Pratama
NRP : 03211640000058
Program Studi : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kabupaten Sidoarjo pada tahun 2019 memiliki persentase pelayanan air minum oleh PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo yang masih sebesar 37%. Terdapat empat kecamatan yang belum terlayani yaitu Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo. Sehingga, diperlukan adanya Instalasi Pengolahan Air (IPA) baru untuk meningkatkan persen pelayanan PDAM yang melayani kecamatan-kecamatan tersebut untuk memenuhi target Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kabupaten Sidoarjo yaitu pelayanan air bersih sebesar 100% di tahun 2037. Sumber air baku yang dimanfaatkan untuk IPA yaitu bangunan *long storage* Kalimati yang berada di Kecamatan Tarik Kabupaten Sidoarjo. Lalu, dihitung juga analisis biaya yang diperlukan untuk pembangunan IPA.

Dalam merencanakan IPA, sebelumnya perlu dikaji kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air baku. Kemudian diproyeksikan jumlah penduduk dan fasilitas umum serta kebutuhan air wilayah pelayanan hingga tahun 2031. Dari data analisis kualitas air baku, ditentukan beberapa rangkaian alternatif pengolahan air untuk menyisihkan parameter-parameter yang belum memenuhi baku mutu air minum. Alternatif yang terpilih didesain tiap unit bangunannya yang mengolah air sesuai debit proyeksi kebutuhan air. Lalu, direncanakan bangunan pengolah lumpur yang dihasilkan oleh IPA. Terakhir, dihitung analisis biaya pembangunan IPA melalui *Bill of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya.

Debit pengolahan IPA di *long storage* Kalimati yang telah dihitung yaitu sebesar 627 L/detik. Parameter dalam air baku yang belum memenuhi baku mutu air minum yaitu kekeruhan, pH, dan deterjen. Kuantitas air baku sebesar 1,67 juta m³ jika dibagi

dengan debit IPA yaitu didapatkan waktu penggunaan air sebesar 30 hari dari 90 hari penutupan pintu air. Jumlah dan dimensi unit bangunan pengolahan air minum yaitu dengan 1 unit *intake* jenis sumuran dengan dimensi 14 m × 14 m, 2 unit koagulasi sistem terjunan hidrolis dengan dimensi per unit 2 m × 1 m, 2 unit flokulasi sistem kanal bersekat dengan dimensi per unit 15 m × 18 m, 4 unit sedimentasi aliran horizontal dengan dimensi per unit 36 m × 9 m, 10 unit filter pasir cepat dengan dimensi per unit 7 m × 3,5 m, unit disinfeksi gas klor, unit reservoir, serta unit pengolahan lumpur dengan *belt filter press*. Total biaya yang diperlukan untuk dibangunnya IPA Kalimati yaitu sebesar Rp7.821.642.487,00.

Kata kunci: air minum, instalasi pengolahan air, Kabupaten Sidoarjo, long storage Kalimati

Planning of Water Treatment Plant (WTP) in Kalimati Long Storage Sidoarjo Regency

Name : Erialdo Indra Pratama
NRP : 0321164000058
Study Program : Environmental Engineering
Supervisor : Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

ABSTRACT

Sidoarjo Regency in 2019 has drinking water services percentage by Sidoarjo Regency Local Water Company which is still 37%. There are four subdistricts that have not been served, namely Tarik, Prambon, Krembung, and Balong Bendo. So, a new Water Treatment Plant (WTP) is needed to increase the percent of PDAM services serving those districts to fulfill the target of Sidoarjo Regency Drinking Water Supply System namely 100% water service in 2037. Raw water sources which is used for WTP is the Kalimati long storage located in Tarik District, Sidoarjo Regency. Then, the cost analysis required for construction of WTP is also calculated.

In planning of WTP, it is necessary to first assess the quality, quantity, and continuity of raw water. Then the population and public facilities and water needs are projected until 2031. From the analysis of raw water quality, several alternative water treatment series are determined to set aside parameters that do not fulfill drinking water quality standards. The selected alternatives is designed for each building unit that treats water according to water discharge. Then, planned a WTP sludge treatment. Finally, analysis of the cost of WTP construction is calculated through the Bill of Quantity and the Budget Plan.

The capacity of Kalimati long storage WTP which has been calculated is 627 L/sec. Parameters in raw water that do not fulfill drinking water quality standards are turbidity, pH, and detergent. The quantity of raw water is 1.67 million m³ if divided by the WTP capacity, which is results water usage time of 30 days from 90 days of water closure. The number and dimension of drinking water treatment building units is with 1 unit of suction well intake with dimensions of 14 m × 14 m, 2 units of hydraulic jump coagulation

with dimensions per unit of 2 m × 1 m, 2 units of baffled channel flocculation with dimensions per unit of 15 m × 18 m, 4 horizontal flow sedimentation units with dimensions per unit 36 m × 9 m, 10 units of rapid sand filter with dimensions per unit 7 m × 3.5 m, chlorine gas disinfection unit, reservoir unit, and sludge treatment units with belt filter press. The total cost required for the construction of Kalimati WTP is Rp7,821,642,487.00.

Key words: drinking water, Kalimati long storage, Sidoarjo Regency, Water Treatment Plant

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *Long Storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo”.

Selama proses penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dan dorongan yang tiada henti itu rasanya sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Untuk itu dalam sebuah Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis serta memberikan ilmu dan masukan-masukan kepada penulis dalam penulisan tugas akhir,
2. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D., Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng., dan Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T. selaku Dosen Pengarah yang telah memberikan ilmu dan saran-saran yang membangun dalam penulisan tugas akhir,
3. Bapak Dr.Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM. Selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS,
4. Ibu Harmin Sulistyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir periode 2019/2020,
5. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Lingkungan ITS,
6. Bapak Leo Arbi serta segenap karyawan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas yang telah memberikan data dan saran demi penyelesaian tugas akhir ini serta mengizinkan penulis untuk dapat mengambil sampel air baku,
7. Mas Fahmi selaku operator *long storage* Kalimati yang telah mendampingi penulis dalam pengambilan sampel air baku serta berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis,

8. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta staf dan karyawan Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS,
9. I Gede Andhika Giasta Putra sebagai rekan penulis dalam tugas akhir,
10. Adhitia Satria Pradana sebagai teman yang mendampingi penulis saat pengambilan sampel air baku,
11. Primannisa Aulia Rahma dan Mochammad Daviq sebagai rekan satu dosen pembimbing,
12. Ayah, Ibu, dan Adik tercinta yang senantiasa mendampingi penulis dan selalu memberikan semangat kepada penulis,
13. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2016 yang selalu saling menyemangati penulis.

Semoga amal, bantuan bimbingan dan doa yang telah diberikan, mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bangunan <i>Long Storage</i>	5
2.2 Penyediaan Air Minum	7
2.3 Air Baku	8
2.4 Baku Mutu Air	9
2.5 Hidrolika Saluran Terbuka dan Tertutup	10
2.5.1 Hidrolika Saluran Terbuka	10
2.5.2 Hidrolika Saluran Tertutup	12
2.6 Pompa	13
2.7 Sistem Pengolahan Air	14
2.7.1 Pengolahan Konvensional	15
2.7.2 <i>Direct filtration</i>	15
2.7.3 Filter Pasir Lambat	15
2.7.4 Teknologi Membran	16
2.8 Instalasi Pengolahan Air	17
2.8.1 <i>Intake</i>	17

2.8.2	Koagulasi	18
2.8.3	Flokulasi	19
2.8.4	Sedimentasi	20
2.8.5	Filtrasi	22
2.8.6	Disinfeksi	25
2.8.7	Reservoir	26
2.9	Pengolahan Lumpur	27
BAB III	GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN	29
3.1	Kabupaten Sidoarjo	29
3.1.1	Wilayah dan Batas Administratif	29
3.1.2	Ketinggian dan Geologi	31
3.1.3	Pemerintahan	31
2.2	Wilayah Perencanaan	34
2.2.1	Kecamatan Tarik	34
2.2.2	Kecamatan Prambon	34
2.2.3	Kecamatan Krembung	35
2.2.4	Kecamatan Balong Bendo	35
2.3	<i>Long Storage</i> Kalimati	35
BAB IV	METODE PERENCANAAN	43
4.1	Kerangka Perencanaan	43
4.2	Uraian Tahapan Perencanaan	44
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
5.1	Proyeksi Penduduk	55
5.2	Proyeksi Fasilitas Umum	57
5.3	Kebutuhan Air	59
5.4	Kajian Air Baku <i>Long Storage</i> Kalimati	65
5.4.1	Kualitas Air Baku	65
5.4.2	Kuantitas Air Baku	67
5.4.3	Kontinuitas Air Baku	68
5.4.4	Analisis <i>Long Storage</i> sebagai Bak Prasedimentasi	70

5.5	Alternatif Pengolahan Air	76
5.6	Lokasi Perencanaan	80
5.7	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA)	81
5.7.1	Perencanaan Unit <i>Intake</i>	82
5.7.2	Perencanaan Unit Koagulasi	88
5.7.3	Perencanaan Unit Flokulasi	94
5.7.4	Perencanaan Unit Sedimentasi	98
5.7.5	Perencanaan Unit Filter Pasir Cepat	107
5.7.6	Perencanaan Unit Disinfeksi.....	119
5.7.7	Perencanaan Unit Reservoir.....	120
5.8	Perencanaan Unit Pengolah Lumpur.....	123
5.9	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	123
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		131
6.1	Kesimpulan	131
6.2	Saran	132
DAFTAR PUSTAKA		133
LAMPIRAN A.....		139
LAMPIRAN B.....		151
LAMPIRAN C.....		155
LAMPIRAN D.....		163

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen yang Ada pada <i>Long Storage</i>	6
Gambar 2.2	Skema Proses Pemisahan Melewati Membran Semipermeabel	17
Gambar 3.1	Peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Sidoarjo	30
Gambar 3.2	Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo	33
Gambar 3.3	Tampak Satelit <i>Long Storage</i> Kalimati	36
Gambar 3.4	Tampak Satelit Dam Kepajaran	37
Gambar 3.5	Kolam Penampungan 1	38
Gambar 3.6	Kolam Penampungan 2	39
Gambar 3.7	Kolam Penampungan 3	39
Gambar 3.8	Bak Sedimen	40
Gambar 3.9	Tampak Satelit Rencana Lokasi IPA	40
Gambar 3.10	Kondisi Lahan Rencana Lokasi IPA	41
Gambar 4.1	Kerangka Perencanaan	44
Gambar 5.1	Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku	66
Gambar 5.2	Grafik Hasil Uji <i>Jar Test</i>	77
Gambar 5.3	Diagram Alir Alternatif Pengolahan 1	79
Gambar 5.4	Diagram Alir Alternatif Pengolahan 2	79
Gambar 5.5	Rencana Lahan untuk Lokasi IPA	81
Gambar 5.6	Kurva Hubungan <i>Suspended Solids Removal</i> dengan <i>Surface Loading</i>	100

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)	18
Tabel 2.2	Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)	20
Tabel 2.3	Kriteria Unit Sedimentasi (Bak Pengendap)	21
Tabel 2.4	Kriteria Perencanaan Unit Filtrasi (Saringan Cepat)	23
Tabel 3.1	Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo dan Jumlah Desa dan Kelurahan	32
Tabel 3.2	Lokasi Desa yang Dilalui <i>Long Storage</i> Kalimati	37
Tabel 5.1	Perbandingan Nilai Korelasi (r) Tiap Kecamatan	56
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Tahun 2031	57
Tabel 5.3	Hasil Perhitungan Proyeksi Fasilitas Umum Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Tahun 2031	58
Tabel 5.4	Unit Konsumsi Air Nondomestik	60
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Tahun 2031	62
Tabel 5.6	Rekapitulasi Debit Kebutuhan Air Rata-rata dan Hari Maksimum	64
Tabel 5.7	Hasil Uji Kualitas Air Baku <i>Long Storage</i> Kalimati	66
Tabel 5.8	Volume Tampungungan <i>Long Storage</i> Kalimati	69
Tabel 5.9	Dimensi Panjang, Lebar, dan Tinggi Muka Air <i>Long Storage</i> Kalimati	71
Tabel 5.10	Hasil Uji <i>Jar Test</i>	76
Tabel 5.11	Alternatif Pengolahan dan Efisiensi Removal	78

Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Efisiensi Penyisihan Parameter Alternatif Pengolahan 1	79
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan Efisiensi Penyisihan Parameter Alternatif Pengolahan 2	80
Tabel 5.14	Distribusi Ukuran Media Pasir	109
Tabel 5.15	Hasil Perhitungan N_{Re} dan C_D Media Pasir	109
Tabel 5.16	Distribusi Ukuran Media Gravel	110
Tabel 5.17	Hasil Perhitungan N_{Re} dan C_D Media Gravel	111
Tabel 5.18	Hasil Perhitungan v_s dan ϵ_e Media Pasir	113
Tabel 5.19	Hasil Perhitungan Kumulatif Selisih dari Suplai Air dengan Pemakaian Air	121
Tabel 5.20	Hasil Perhitungan BOQ dan RAB Pembangunan IPA di <i>Long Storage</i> Kalimati.	124

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sidoarjo ialah salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur dengan luas 714,24 km² (BPS, 2019). Wilayah Kabupaten Sidoarjo berada di selatan Kota Surabaya yang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Sidoarjo termasuk dalam sebuah Kawasan Strategis Nasional (KSN) Gerbangkertosusila (Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Lamongan). Jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo sendiri berdasarkan BPS (2019) yaitu sebesar 2,2 juta orang. Namun dari jumlah tersebut hanya sekitar 37 persen yang tercakup oleh layanan penyediaan air bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo (Jawa Pos, 2019). Dari total 18 kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo, masih terdapat 4 kecamatan yang belum tersentuh oleh pelayanan PDAM melalui jaringan perpipaan. Kecamatan yang belum terlayani yaitu di wilayah Kabupaten Sidoarjo bagian barat yang meliputi Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo (Republik Jatim, 2018).

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi setiap orang dalam aktivitas sehari-hari. Dengan bertambahnya penduduk, maka kebutuhan akan air bersih juga akan ikut meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih diperlukan adanya sarana penyediaan air bersih yang dapat menjangkau masyarakat secara merata. Air bersih yang digunakan sehari-hari harus sesuai dengan standar yang berlaku yaitu memenuhi baku mutu yang ada di dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Air bersih atau air minum yang sesuai standar baku mutu diperoleh dengan cara dilakukan suatu proses pengolahan air melalui sebuah Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang akan mengolah air baku menjadi air bersih yang sesuai standar.

Proses pengolahan air baku menjadi air bersih diperlukan suatu sumber air baku yang memenuhi syarat baik kualitas

maupun kuantitasnya. Menurut Laporan Kunjungan Kerja Spesifik Komisi V DPR-RI (2018), Sungai Kalimati yang berada di Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo akan dimanfaatkan oleh PDAM Delta Tirta menjadi sumber air baku. Pemanfaatan Sungai Kalimati ini dilakukan dengan cara dibangun sebuah bangunan *long storage* di Sungai Kalimati. Pembangunan *long storage* Kalimati ini dimulai pada bulan Oktober tahun 2017 dan telah selesai dibangun pada bulan Desember tahun 2019. Di mana *long storage* ini menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (2018), merupakan bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air dalam sungai, kanal, dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume tampungan airnya meningkat. *Long storage* Kalimati yang mempunyai panjang 4.850 meter dan lebar rata-rata 110 meter ini diharapkan dapat menampung air sebanyak 1,6 juta meter kubik yang didapatkan dari Sungai Brantas dengan cara mengalirkan air menggunakan saluran *box culvert*.

Dengan adanya bangunan *long storage* Kalimati ini yang dimaksudkan untuk dimanfaatkan sebagai air baku pengolahan air PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo dalam meningkatkan cakupan pelayanan yang semula sebesar 37 persen pada tahun 2019 akan meningkat beriringan dengan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018-2037 di mana target pelayanan air bersih sebesar 100% di tahun 2037. Sehingga, perlu dilakukannya perencanaan teknis pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang akan melayani kebutuhan air bersih dari empat kecamatan yaitu Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo yang memanfaatkan *long storage* Kalimati sebagai air baku yang akan diolah menjadi air bersih. Direncanakan debit dari IPA adalah debit proyeksi kebutuhan air dari keempat kecamatan yang akan dilayani.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar akan dilakukannya perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu:

1. Bagaimana kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air baku *long storage* Kalimati.
2. Bagaimana desain perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang mengolah air baku dari *long storage* Kalimati untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Sidoarjo wilayah barat.
3. Berapa besar biaya yang diperlukan untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan air baku dari *long storage* Kalimati.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo adalah:

1. Mengkaji kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air baku *long storage* Kalimati.
2. Merencanakan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang mengolah air baku dari *long storage* Kalimati untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kabupaten Sidoarjo Wilayah Barat.
3. Menghitung biaya yang diperlukan untuk perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan air baku dari *long storage* Kalimati.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo meliputi:

1. Wilayah perencanaan yaitu Kabupaten Sidoarjo wilayah barat yang meliputi Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo.

2. Perencanaan meliputi perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) tanpa memperhitungkan aspek teknik sipil, *mechanical*, dan *electrical*.
3. Air baku yang digunakan untuk pengolahan air di Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah air baku dari *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo.
4. Debit perencanaan air bersih didasarkan pada kebutuhan air masyarakat dan fasilitas umum di Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Kabupaten Sidoarjo.
5. Kebutuhan air masyarakat per hari tidak diacu melalui survei langsung namun didapatkan secara data sekunder.
6. Fasilitas umum yang diperhitungkan dalam penentuan debit hanya didasarkan pada data sekunder yang meliputi kebutuhan air fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, dan industri.
7. Standar yang digunakan dalam analisis kualitas air baku dari *long storage* Kalimati yaitu berdasarkan pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
8. 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.
9. Perhitungan biaya yang diperlukan meliputi *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo ialah:

1. Memberikan masukan bagi pemerintah daerah Kabupaten Sidoarjo dalam peningkatan cakupan pelayanan air bersih untuk masyarakat Kabupaten Sidoarjo wilayah barat.
2. Memanfaatkan sumber daya air yaitu *long storage* Kalimati untuk digunakan sebagai air baku Instalasi Pengolahan Air (IPA).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan *Long Storage*

Berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 7 Tahun 2018 Tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa, *long storage* adalah bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air dalam sungai, kanal dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume tampungan airnya meningkat. *Long storage* menampung air dari berbagai aliran permukaan misalnya sungai, mata air, dan limpasan saluran pembuang irigasi. Air yang ditampung pada *long storage* ini akan digunakan untuk berbagai keperluan terutama untuk keperluan irigasi.

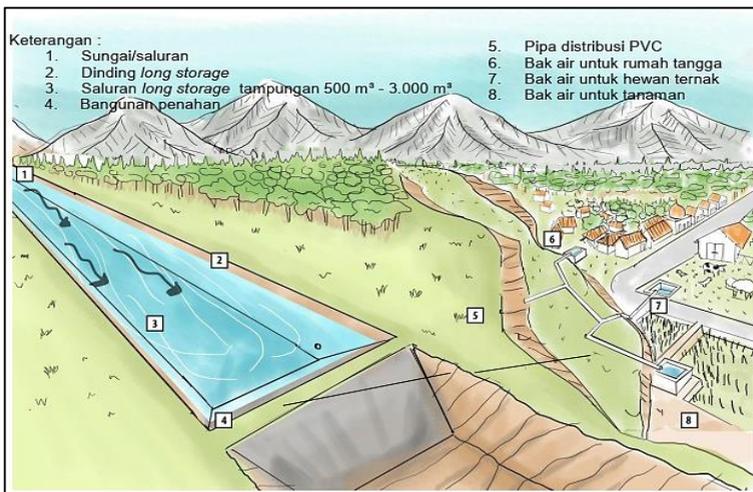
Kriteria dari bangunan *long storage* adalah sebagai berikut:

- a. volume tampungannya berkisar antara 500–3.000 m³ namun apabila didapatkan potensi volume tampungan yang lebih besar maka dapat lebih mengairi luas layanan pertanian,
- b. ketinggian tanggul maksimumnya adalah 3 m,
- c. kemiringan saluran lebih kecil dari 5 %.

Komponen-komponen yang terdapat pada bangunan *long storage* yaitu ditunjukkan pada Gambar 2.1 yaitu:

1. Sumber air dari sungai
Air yang berasal dari sungai yang kemudian ditampung sebagai *long storage*,
2. Dinding saluran
Lereng yang terbuat dari tanah di sisi kanan dan kiri *long storage*,
3. Saluran *long storage*
Wadah air yang terbentuk pada saluran dan tertahan oleh tubuh bendung yang berfungsi menampung aliran air,
4. Bangunan penahan (berupa dam atau bendung)

- Bangunan yang dapat berupa urukan tanah atau pasangan batu yang berfungsi untuk menahan dan menampung air,
5. Pipa distribusi
Pipa yang menyalurkan air dari saluran *long storage* ke lokasi di mana air akan digunakan. Saluran terbuka dapat juga diterapkan untuk sistem distribusi.
 6. Bak air untuk rumah tangga
Tampungan air yang akan digunakan untuk keperluan rumah tangga.
 7. Bak air untuk hewan ternak
Tampungan air yang akan dikonsumsi oleh hewan ternak
 8. Bak air untuk tanaman
Tampungan air yang akan dipakai untuk mengairi tanaman pada sawah atau kebun.



Gambar 2.1 Komponen yang Ada pada Long Storage

Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 7 Tahun 2018

Selain untuk fungsi irigasi, *long storage* dapat juga dimanfaatkan untuk menampung air baku pengolahan air. Beberapa bangunan *long storage* yang akan dimanfaatkan sebagai penampung air baku antara lain *long storage* Harjomulyo di Kabupaten Gunung Kidul, *long storage* Pontang di Kabupaten

Serang, *long storage* Kalimati di perbatasan Kabupaten Sidoarjo dan Mojokerto, *long storage* pada Bendung Kanal Banjir Barat (KBB) Kota Semarang, dan *long storage* Ambawang di Kabupaten Kubu Raya. Adapun Pemerintah Kabupaten Banyuwangi juga merencanakan pembangunan *long storage* untuk digunakan sebagai budidaya perikanan.

2.2 Penyediaan Air Minum

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang sangat mendasar bagi manusia karena diperlukan terus-menerus dalam kegiatan sehari-harinya untuk bertahan hidup. Oleh karena itu, manusia memerlukan sumber air bersih yang diperoleh dari air tanah maupun air permukaan. Namun tidak semua air baku dapat digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan air minum, hanya air baku yang memenuhi persyaratan kualitas air minum yang dapat digunakan untuk air minum (Meidhitasari, 2007). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, Sistem Penyediaan Air Minum yang selanjutnya disingkat SPAM merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan Air Minum dan Penyelenggaraan SPAM adalah serangkaian kegiatan dalam melaksanakan pengembangan dan pengelolaan sarana dan prasarana yang mengikuti proses dasar manajemen untuk penyediaan Air Minum kepada masyarakat.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, penyelenggaraan SPAM dilaksanakan berdasarkan asas kelestarian, keseimbangan, kemanfaatan umum, keterpaduan dan keserasian, keberlanjutan, keadilan, kemandirian, serta transparansi, dan akuntabilitas yang dijabarkan sebagai berikut:

- a. asas kelestarian mengandung pengertian bahwa SPAM diselenggarakan dengan cara menjaga kelestarian fungsi sumber daya air secara berkelanjutan.

- b. asas keseimbangan mengandung pengertian keseimbangan antara fungsi sosial, fungsi lingkungan hidup, dan fungsi ekonomi terutama dalam memberikan akses kemudahan pada masyarakat golongan rendah (miskin).
- c. asas kemanfaatan umum mengandung pengertian bahwa SPAM dilaksanakan untuk memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi kepentingan umum secara efektif dan efisien.
- d. asas keterpaduan dan keserasian mengandung pengertian bahwa SPAM dilakukan secara terpadu dalam mewujudkan keserasian untuk berbagai kepentingan dengan memperhatikan sifat alami air yang dinamis.
- e. asas keadilan mengandung pengertian bahwa SPAM dilakukan secara merata ke seluruh lapisan masyarakat di wilayah tanah air sehingga setiap warga negara berhak memperoleh kesempatan yang sama untuk berperan dan menikmati hasilnya secara nyata.
- f. asas kemandirian mengandung pengertian bahwa SPAM dilakukan dengan memperhatikan kemampuan dan keunggulan sumber daya setempat, tidak dapat dipengaruhi pihak mana pun sehingga bisa melaksanakan amanat pelayanan.
- g. asas transparansi dan akuntabilitas mengandung pengertian bahwa SPAM dilakukan secara terbuka dan dapat dipertanggungjawabkan

2.3 Air Baku

Macam-macam air baku yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih antara lain air laut, air hujan, air permukaan (sungai, rawa, danau) dan air tanah (Asmadi dkk., 2011). Air baku yang berasal dari sumbernya yaitu air hujan, air dalam tanah atau air permukaan mempunyai kekeruhan yang berubah-ubah dan dapat tercemar oleh zat-zat kimia dan organisme penyebab penyakit. Oleh karena itu diperlukan suatu pengolahan untuk menghilangkan kekeruhan, zat-zat kimia dan organisme tersebut sehingga memenuhi persyaratan air minum (Kencanawati dan Mustakim, 2017).

Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utamanya yang meliputi (Dirjen Cipta Karya, 1998):

- a. kualitas
- b. kuantitas
- c. kontinuitas, dan
- d. biaya yang murah dalam proses pengambilan sampai pada proses pengolahannya.

2.4 Baku Mutu Air

Klasifikasi mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

- a. kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan 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, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kualitas air minum yang baik tentunya dapat kita lihat dari nilai persyaratan yang diberikan atau ditunjukkan dalam tabel persyaratan untuk air minum. Jika nilai parameter air berada di bawah baku mutu persyaratan berarti air tersebut memenuhi

standar untuk dikonsumsi. Sebaliknya jika nilai parameter air tersebut melebihi baku mutu maka air tersebut tidak memenuhi syarat untuk diminum (Zamaruddin, 2017). Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada dan atau unsur pencemar yang diketahui keberadaannya di dalam air. Untuk memenuhi hal ini, perlu dilakukan analisis atau pengujian kualitas air berdasarkan parameter dan metode tertentu (Narsi dkk., 2017).

Air baku yang diolah dan akan digunakan untuk konsumsi perlu dianalisis kesesuaian dengan baku mutu. Baku mutu yang diacu yaitu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Kualitas Air Minum.

2.5 Hidrolika Saluran Terbuka dan Tertutup

Pada aliran pada saluran terbuka maupun tertutup, keadaan aliran pada semua saluran akan mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan bentuk penampang ataupun perubahan bentuk dari saluran. Hal ini mengakibatkan keadaan aliran juga berubah misalnya perubahan tinggi muka air atau perubahan kecepatan aliran (Suciana, 2016).

2.5.1 Hidrolika Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran di mana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan di permukaan air adalah sama. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), parameter saluran sangat tidak teratur baik terhadap ruang dan waktu. Parameter tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, pembendungan, debit aliran, dan sebagainya (Darmulia, 2012).

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam hidrolika saluran terbuka adalah sebagai berikut.

- Persamaan Kontinuitas

$$Q = A \times v \quad (2.1)$$

$$Q_1 = Q_2 \quad (2.2)$$

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \quad (2.3)$$

di mana:

Q = debit aliran (m³/detik)

A = luas penampang basah aliran dalam saluran (m²)

v = kecepatan aliran (m/detik)

- Persamaan *Manning*

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (2.4)$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

di mana:

v = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran *Manning*

R = jari-jari hidrolis (m)

S = *slope*/kemiringan dasar saluran (m/m)

Q = debit aliran (m³/detik)

A = luas penampang basah saluran (m²)

dengan,

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h} \quad (2.6)$$

di mana:

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas penampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

b = lebar saluran (m)

h = kedalaman saluran (m)

dengan,

$$S = \frac{\Delta h}{L} \quad (2.7)$$

di mana:

S = *slope*/kemiringan dasar saluran (m/m)

Δh = beda tinggi saluran (m)

L = panjang saluran (m)

2.5.2 Hidrolika Saluran Tertutup

Hidrolika saluran tertutup menjelaskan tentang parameter aliran dalam Persamaan Bernoulli. Parameter aliran adalah tekanan dalam pipa (tinggi tekanan), tinggi kecepatan, tinggi elevasi serta kehilangan energi. Tinggi tekanan menggambarkan kemampuan air dalam pipa untuk dapat mengalir hingga ke titik yang paling tinggi. Tinggi kecepatan menggambarkan kehilangan energi yang terjadi selama air mengalir dalam pipa. Sedangkan tinggi elevasi menjelaskan letak elevasi pipa tersebut dari datum yang ditentukan. Kehilangan energi merupakan berkurangnya tenaga yang dimiliki oleh air yang mengalir dalam pipa tersebut akibat gesekan dengan pipa maupun akibat perjalanan yang ditempuh oleh air dalam pipa (Tatas dkk., 2012).

Kehilangan tekanan air pada pipa (*head loss*) terjadi karena gaya gesek antara fluida dengan permukaan pipa yang dilaluinya. Kehilangan tekanan pada pipa ada dua yaitu *major losses* dan *minor losses*. *Major losses* merupakan kehilangan tekanan sepanjang pipa lurus di mana dihitung dengan rumus Hazen-William. *Major losses* juga dipengaruhi oleh koefisien Hazen-William (Kawamura, 1991).

- Persamaan Hazen-William

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (2.8)$$

di mana:

H_f = *major losses* atau kehilangan tekanan mayor (m)

Q = debit aliran (m³/detik)

L = panjang pipa (m)

C = koefisien Hazen-William (berdasarkan jenis pipa)

D = diameter pipa (m)

Minor losses yaitu kehilangan tekanan yang terjadi pada aksesoris pipa yang digunakan, misal *elbow*, *tee*, *reducer*, *valve* dan lainnya. Persamaan yang digunakan (Kawamura, 1991).

- *Minor losses*

$$H_{Lm} = K \times \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

di mana:

H_{Lm} = *minor losses* atau kehilangan tekanan minor (m)

K = koefisien aksesoris pipa

v = kecepatan aliran (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

2.6 Pompa

Kinerja pemompaan berlangsung dalam suatu instalasi perpompaan dalam suatu kesatuan sistem yang ditempatkan dalam suatu konstruksi bangunan yang dinamakan stasiun rumah pompa. Stasiun rumah pompa didesain agar mudah dimasuki serta terjamin kebutuhan ruang instalasi perpompaan. Kebutuhan ruang stasiun rumah pompa direncanakan dengan memperhatikan hal-hal yang meliputi (Sularso dan Tahara, 2000):

- jalan masuk mesin, serta tempat dan ruang untuk membongkar dan memasang pompa
- jalan untuk pemeliharaan dan pemeriksaan, papan tombol, perpipaan, penopang pipa, saluran pembuangan air bocoran, drainase, ventilasi, penerangan, kerek pengangkat (*crane*), dan lainnya.

Pompa pada dasarnya digunakan untuk menaikkan air dari muka air yang rendah menuju muka air yang lebih tinggi. Dalam hal ini muka air dari unit bangunan pengolah air satu ke yang lain. Tenaga pompa dapat dihitung dengan rumus berikut ini (Shoejaeefard dkk., 2015).

$$P = \frac{\rho_{\text{air}} \times H_{\text{total}} \times Q_{\text{pompa}} \times g}{\eta} \quad (2.10)$$

di mana:

P = tenaga pompa (Watt)

ρ_{air} = densitas air (kg/m^3)

H_{total} = *head* pompa (m)

Q_{pompa} = debit pompa (m^3/detik)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m}/\text{detik}^2$)

η = efisiensi pompa

2.7 Sistem Pengolahan Air

Terdapat banyak metode yang biasanya digunakan dalam pengolahan air yang memiliki tujuan utama yaitu untuk pengurangan jumlah total zat asing di dalam air. Dalam proses pengolahan air juga ada penambahan bahan-bahan tertentu, yang hasil akhirnya biasanya adalah penghilangan lebih banyak material daripada yang telah ditambahkan. Akan tetapi, ada beberapa kasus di mana unsur-unsur tertentu dihilangkan dengan mensubstitusi zat lain, dan dalam beberapa keadaan kandungan zat tertentu dapat ditingkatkan secara sengaja, untuk memberikan karakteristik tertentu yang diinginkan ke air (Shammas dan Wang, 2016).

Di mana metode pengolahan air meliputi pengolahan konvensional, *direct filtration*, filter lambat, dan teknologi membran yang diterapkan sesuai kualitas air baku yang akan diolah.

2.7.1 Pengolahan Konvensional

Pengolahan air konvensional merupakan rangkaian proses yang paling banyak digunakan untuk mengontrol tingkat mikroba dan kekeruhan dalam air minum. Urutan dan kombinasi yang tepat dari unsur-unsur pengolahan konvensional tidak selalu sama, tetapi umumnya meliputi pembubuhan bahan kimia, pengadukan cepat (koagulasi), pengadukan lambat (flokulasi), sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi (Smith *dkk.*, 1991).

2.7.2 Direct filtration

Sistem *direct filtration* pada dasarnya sama dengan sistem pengolahan konvensional, tetapi menghilangkan proses sedimentasi. *Direct filtration* adalah teknologi mutakhir yang dikembangkan karena filter media ganda dan campuran mampu secara efektif memproses turbiditas influen yang lebih tinggi tanpa menggunakan sedimentasi. Sistem *direct filtration* hanya berlaku untuk sistem dengan air influen yang berkualitas tinggi dan relatif konsisten kualitas secara musim. Influen umumnya harus memiliki kekeruhan kurang dari 5 hingga 10 NTU dan warna kurang dari 20 hingga 30 unit. *Direct filtration* terdiri dari beberapa kombinasi proses pengolahan yang pada umumnya mencakup koagulasi dan filtrasi, dan terkadang menggunakan proses flokulasi atau *contact basin* setelah penambahan koagulasi (Smith *dkk.*, 1991).

2.7.3 Filter Pasir Lambat

Menurut Smith *dkk.* (1991), filter pasir lambat sebenarnya mirip dengan filter cepat media tunggal (sistem konvensional) yang membedakan yaitu:

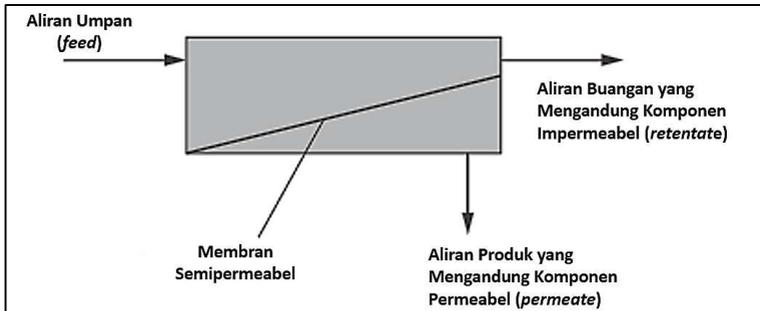
- Laju filter 50 hingga 100 kali lebih lambat dari laju filtrasi normal
- Menggunakan proses biologis, yang dapat meningkatkan proses penyisihan kandungan kimia atau fisik
- Membutuhkan periode pematangan sebelum operasi
- Menggunakan pori-pori antarpasir yang lebih kecil (misalnya dengan ukuran partikel pasir yang lebih kecil)

- Tidak perlu *backwashing*
- Memiliki jangka waktu yang lebih lama antara pembersihan

Filter pasir lambat sangat cocok untuk sistem pengolahan air yang lebih kecil dengan air baku berkualitas tinggi. Secara khusus, air yang bersumber dari air permukaan yang sebelumnya yang hanya menerima klorinasi sebagai pengolahan, dengan kekeruhan kurang dari 10 NTU, dan tidak berwarna adalah yang air baku paling cocok untuk dilakukan penyaringan pasir lambat. Selain itu alasan kesederhanaan operasionalnya membuat filter pasir lambat sangat cocok untuk pengolahan air skala kecil, namun juga bisa untuk pengolahan air skala menengah hingga besar. Keuntungan dari filter pasir lambat meliputi kesederhanaan dan keandalannya, biaya rendah, dan kemampuan untuk mencapai penyisihan *Giardia cyst* hingga 99,9 persen. Selain itu, sistem ini tidak memerlukan pemantauan kekeruhan yang berkelanjutan karena diterapkan pada air dengan kekeruhan yang relatif rendah.

2.7.4 Teknologi Membran

Proses membran adalah teknik pemisahan fisikokimia modern yang menggunakan perbedaan permeabilitas (konstituen air) sebagai mekanisme pemisahan. Selama proses membran, air dipompa ke permukaan membran, menghasilkan produk dan aliran limbah. Membran biasanya terbuat dari bahan sintesis dengan tebal kurang dari 1 mm yang bersifat semipermeabel. Semipermeabel artinya sangat permeabel terhadap beberapa komponen dalam aliran umpan dan kurang permeabel (*impermeable*) kepada zat lain. Selama operasional membran, komponen permeabel melewati membran dan komponen impermeabel dipertahankan di sisi umpan (*feed*). Terdapat empat jenis membran yang dioperasikan dengan tekanan saat ini digunakan dalam pengolahan air yaitu mikrofiltrasi (MF), ultrafiltrasi (UF), nanofiltrasi (NF), dan membran *reverse osmosis* (RO). Keempat jenis teknologi membran ini dapat diklasifikasikan menjadi dua proses fisikokimia yang berbeda yaitu filtrasi membran dan *reverse osmosis* (Crittenden *dkk.*, 2012).



Gambar 2.2 Skema Proses Pemisahan Melewati Membran Semipermeabel

Sumber: Crittenden dkk. (2012)

2.8 Instalasi Pengolahan Air

Instalasi Pengolahan Air minum merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi 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, sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan (Kawamura, 1991).

2.8.1 Intake

Intake atau bangunan penangkap air merupakan bangunan pengambilan untuk pengolahan air bersih. *Intake* merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang akan dialirkan ke instalasi pengolahan air bersih (Bhaskoro dan Ramadhan, 2018). Beberapa lokasi *intake* pada sumber air yaitu *intake* sungai, *intake* danau dan waduk, dan *intake* air tanah. Jenis-jenis *intake*, yaitu *intake tower*, *shore intake*, *intake crib*, *intake pipe* atau *conduit*, *infiltration gallery*, sumur dangkal dan sumur dalam (Kawamura, 1991).

Desain perencanaan bangunan *intake* menurut Al-Layla (1980) adalah:

- a. Kecepatan pipa sadap 0,6-2,5 m/detik
- b. Pipa sadap harus dapat memenuhi kebutuhan air maksimum
- c. Dasar *intake well* 1 m di bawah dasar sungai atau 1,5 m di bawah muka air terendah
- d. Kecepatan pipa *suction* 1 – 2,5 m/detik

2.8.2 Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus, dengan suatu koagulan, sehingga akan terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan (Risdiyanto, 2007). Jenis pengadukan terbagi tiga yaitu pengadukan hidrolis, pengadukan mekanis dan pengadukan pneumatis. Pengadukan hidrolis menggunakan gaya gravitasi yang memanfaatkan aliran air untuk tenaga pengaduknya. Pengadukan mekanis menggunakan peralatan seperti motor, poros pengaduk dan alat pengaduk yang digerakkan dengan tenaga listrik. Pengadukan pneumatis menggunakan udara atau gas yang berbentuk gelembung untuk tenaga pengaduknya (Sani, 2019). Di dalam proses koagulasi terdapat proses pembubuhan koagulan.

Kriteria desain unit koagulasi (pengaduk cepat) berdasarkan SNI 6774:2008 yaitu pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)

Unit	Kriteria
Tipe	Hidrolis: - terjunan - saluran bersekat Mekanis: - bilah (<i>blade</i>), pedal (<i>padle</i>)
Waktu pengadukan (detik)	1–5
Nilai G/detik	> 750

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

Kecepatan pengadukan ialah faktor yang penting dalam suatu pengadukan. Kecepatan pengadukan ini dinyatakan dengan gradien kecepatan. Gradien kecepatan yaitu fungsi dari tenaga yang disuplai yang dirumuskan dengan rumus di bawah ini (Masduqi dan Assomadi, 2019).

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \times V}} \quad (2.11)$$

di mana:

G = gradien kecepatan (detik⁻¹)

P = suplai tenaga ke air (N.m/detik)

V = volume air yang diaduk (m³)

μ = viskositas mutlak air (N.detik/m²)

2.8.3 Flokulasi

Flokulasi adalah proses pembentukan flok pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel yang goyah sehingga meningkatkan penyatuannya (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 dengan 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*) (Yuliati, 2006). Flokulator yang sering digunakan dalam pengolahan air berdasarkan sumber energi yang digunakan adalah: hidrolis, pneumatis dan mekanis. Secara umum flokulator pneumatis dan mekanis lebih fleksibel dalam *power input*. Sedangkan flokulator hidrolis tidak fleksibel dalam *power input*, walaupun diperlukan lahan yang luas tetapi mempunyai keunggulan pada sisi yang lain (Puteri, 2012).

Kriteria desain unit flokulasi (pengaduk lambat) berdasarkan SNI 6774:2008 yaitu pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)

Kriteria umum	Flokulator hidrolis	Flokulator mekanis		Flokulator <i>clarifier</i>
		Sumbu horizontal dengan pedal	Sumbu vertikal dengan bilah	
G (gradien 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
Pengendalian energi	Bukaan pintu/ sekat	Kecepatan putaran	Kecepatan putaran	Kecepatan aliran air
Kecepatan aliran maksimum (m/detik)	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

2.8.4 Sedimentasi

Di dalam sedimentasi terjadi proses pengendapan flok yang telah terbentuk pada proses flokulasi akibat gaya gravitasi (Nurjannah, 2015). Bentuk bangunan sedimentasi secara umum berupa (Anggraeni dan Susanawati, 2011):

- a. segi empat (*rectangular*) Air baku mengalir secara horizontal dari *inlet* menuju *outlet*. Partikel flokulen yang terbentuk diharapkan mengendap secara gravitasi ke *settling zone*.
- b. lingkaran (*circular*) Air baku masuk melalui bagian tengah lingkaran dan secara horizontal menuju ke *outlet* di bagian keliling lingkaran. Partikel flokulen yang terbentuk mengendap secara gravitasi ke bawah.

Suatu bak sedimentasi secara ideal dengan proses kontinu dibagi menjadi empat daerah (*zone*), yaitu (Hendriyanto dkk., 2012):

1. Daerah masuk (*inlet zone*) yang berfungsi untuk mendistribusikan aliran secara merata pada bak sedimentasi dan menyebarkan kecepatan aliran yang baru masuk.
2. Daerah pengendapan (*settling zone*) yang berfungsi untuk mengalirkan air secara pelan horizontal ke arah *outlet* dan di dalam zona ini terjadi proses pengendapan.
3. Daerah lumpur (*sludge zone*) yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan partikel-partikel yang terendapkan dan juga tempat pengeluaran lumpur.
4. Daerah pengeluaran air (*outlet zone*), berfungsi tempat keluaran air yang telah bersih dari proses pengendapan melalui pelimpah.

Kriteria desain unit sedimentasi (bak pengendap) berdasarkan SNI 6774:2008 yaitu pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria Unit Sedimentasi (Bak Pengendap)

Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	<i>Clarifier</i>
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 tinggal (jam)	1,5 – 3	0,07**)	1 – 3	1 – 2	2 – 2,5
Lebar/ panjang	> 1/5	-	-	-	-

Kriteria umum	Bak persegi (aliran horizontal)	Bak persegi aliran vertikal (menggunakan pelat/tabung pengendap)	Bak bundar – (aliran vertikal – radial)	Bak bundar – (kontak padatan)	Clarifier
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 vertikal (cm/menit)	-	-	-	< 1	< 1
Sirkulasi Lumpur	-	-	-	3–5% dari 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

2.8.5 Filtrasi

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk menyisihkan 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 lambat (*rapid sand filter*) (Al-Layla, 1980).

Pokok-pokok bagian yang perlu dikakukan dalam perencanaan proses filtrasi yaitu (Jannati dan Mazia. 2009):

1. Ukuran dan kedalaman media penyaring.
Media penyaring yang digunakan adalah bak filter. Bak ini merupakan tempat proses filtrasi berlangsung. Jumlah dan ukuran bak tergantung debit pengolahan (minimum menggunakan dua bak).
2. Media filter.
Media filter adalah bahan berbutir/granular yang mempunyai pori-pori. Air mengalir di antara pori-pori dan butiran maka terjadilah proses penyaringan di sini. Media dapat tersusun oleh:
 - a. satu macam bahan (*single media*)
 - b. dua macam (*dual media*)
 - c. banyak media (*multi media*).
 Susunan media berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi:
 - a. seragam (*uniform*)
 - b. gradasi (*stratified*)
 - c. tercampur (*mixed*)
3. Underdrain
Underdrain merupakan bahan sistem pengaliran air yang telah melewati proses filtrasi yang terletak di bawah media filter. Fungsi *underdrain*:
 - a. untuk mengalirkan air hasil penyaringan (air bersih) dan dialirkan ke *clearwell*.
 - b. untuk mendistribusikan air keperluan *backwash* merata ke seluruh media pasir.

Kriteria desain unit filtrasi (saringan pasir cepat) berdasarkan SNI 6774:2008 yaitu pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Unit Filtrasi (Saringan Cepat)

No.	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
1.	Jumlah bak saringan	$N = 12 Q 0,5$ (*)	minimum 5 bak	-

No.	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
2.	Kecepatan penyaringan (m/jam)	6–11	6–11	12–33
3.	Pencucian: • sistem pencucian • kecepatan (m/jam) • lama pencucian (menit) • periode antara 2 pencucian (jam) • ekspansi (%)	Tanpa/dengan <i>blower</i> & atau <i>surface wash</i> 36–50 10–15 18–24 30–50	Tanpa/dengan <i>blower</i> & atau <i>surface wash</i> 36–50 10–15 18–24 30–50	Tanpa/dengan <i>blower</i> & atau <i>surface wash</i> 72–198 - - 30–50
4.	Media pasir: • tebal • single media • media ganda • ukuran efektif, ES (mm) • koefisien keseragaman, UC • berat jenis (kg/dm ³) • porositas • kadar SiO ₂	300–700 600–700 300–600 0,3–0,7 1,2–1,4 2,5–2,65 0,4 >95 %	300–700 600–700 300–600 0,3–0,7 1,2–1,4 2,5–2,65 0,4 >95 %	300–700 600–700 300–600 - 1,2–1,4 2,5–2,65 0,4 >95 %
5.	Media antrasit: • tebal (mm) • ES (mm) • UC • berat jenis • porositas	400–500 1,2–1,8 1,5 1,35 0,5	400–500 1,2–1,8 1,5 1,35 0,5	400–500 1,2–1,8 1,5 1,35 0,5
6.	Filter botom/dasar saringan 1) Lapisan penyangga dari atas ke bawah • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) • Kedalaman (mm) Ukuran butir (mm) • Kedalaman (mm)	80–100 2–5 80–100 5–10 80–100	80–100 2–5 80–100 5–10 80–100	- - - - -

No.	Unit	Jenis Saringan		
		Saringan Biasa (Gravitasi)	Saringan dengan Pencucian Antar Saringan	Saringan Bertekanan
	Ukuran butir (mm)	10–15	10–15	-
	• Kedalaman (mm)	80–150	80–150	-
	Ukuran butir (mm)	15–30	15–30	-
	2) Filter Nozel			
	• Lebar Slot nozel (mm)	<0,5	<0,5	<0,5
	• Persentase luas slot nozel terhadap luas filter (%)	>4 %	>4 %	>4 %

CATATAN: *) untuk saringan dengan jenis kecepatan menurun
 **) untuk saringan dengan jenis kecepatan konstan, harus dilengkapi dengan pengatur aliran otomatis.

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

2.8.6 Disinfeksi

Disinfeksi air minum ditujukan untuk menginaktivasi atau menyisihkan patogen agar dihasilkan air minum sesuai standar. Proses disinfeksi telah memenuhi ketentuan utama dalam pengolahan air yaitu untuk menghasilkan air yang bebas dari organisme penyebab penyakit. Disinfeksi air minum merupakan proses khusus untuk destruksi atau penyisihan organisme penyebab penyakit yang sangat sekali berbeda dengan sterilisasi yang akan mendestruksi seluruh kehidupan dalam air minum (Qasim *dkk.*, 2000).

Kebutuhan klor dalam suatu perencanaan disinfeksi 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 gr/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, 2019). Adapun sifat-sifat gas klor, antara lain:

- a. dalam keadaan gas berwarna kuning kehijau-hijauan
- b. dalam keadaan cair berwarna batu ambar
- c. gas *chlor* 2,48 x lebih berat dari udara
- d. *chlor* cair 1,44 x lebih berat dari air
- e. *chlor* cair terlihat jernih
- f. mudah menguap
- g. daya larut gas *chlor* 0,7293 gr/100 gr H₂O pada 20°C CC dan 1 atm

2.8.7 Reservoir

Reservoir distribusi merupakan bangunan penampungan air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah. Bangunan reservoir umumnya diletakkan di dekat jaringan distribusi pada ketinggian yang cukup untuk mengalirkan air secara baik dan merata ke seluruh daerah konsumen (Joko, 2010). 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

2.9 Pengolahan Lumpur

Lumpur atau limbah padat akan sulit dihindari produksinya dalam proses pengolahan air yang mengandung padatan tersuspensi. Beberapa lumpur yang dihasilkan dapat distabilkan dan diolah, yang dapat memberikan dampak yang rendah pada lingkungan. Teknologi memang merupakan program pencegahan polusi dan minimalisasi limbah dalam operasi instalasi pengolahan air yang memiliki dampak yang sangat signifikan dan positif terhadap keseluruhan biaya operasi (Cheremisinoff, 2002).

Lumpur pada pengolahan air dihasilkan oleh sedimentasi partikel yang ada dalam air baku oleh senyawa yang ditambahkan dalam proses pengolahan untuk membantu sedimentasi, dan oleh endapan kimia yang terbentuk dalam proses pelunakan air. Proses dasar yang digunakan dalam pengeringan lumpur hasil dari proses pengolahan air adalah penyaringan, penguapan atau pengeringan, dan konsolidasi (Clark, 1970).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

3.1 Kabupaten Sidoarjo

3.1.1 Wilayah dan Batas Administratif

Kabupaten Sidoarjo adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Pusat pemerintahan Kabupaten Sidoarjo terletak di Kecamatan Sidoarjo. Wilayah Kabupaten Sidoarjo berada di antara dua sungai, sehingga terkenal dengan sebutan kota “Delta”. Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112,5–112,9 derajat bujur timur dan 7,3–7,5 derajat lintang selatan. Kabupaten Sidoarjo memiliki luas wilayah sebesar 714,24 km² (BPS Kabupaten Sidoarjo, 2019).

Kabupaten Sidoarjo sebagai salah satu penyangga Ibukota Provinsi Jawa Timur merupakan daerah yang mengalami perkembangan pesat. Keberhasilan ini dicapai karena berbagai potensi yang ada di wilayahnya seperti industri dan perdagangan, pariwisata, serta usaha kecil dan menengah dapat dikemas dengan baik dan terarah. Dengan adanya berbagai potensi daerah serta dukungan sumber daya manusia yang memadai, maka dalam perkembangannya Kabupaten Sidoarjo mampu menjadi salah satu daerah strategis bagi pengembangan perekonomian regional (Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, 2019).

Batas-batas administratif Kabupaten Sidoarjo adalah sebagai berikut:

- Utara : Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
- Timur : Selat Madura
- Selatan : Kabupaten Pasuruan
- Barat : Kabupaten Mojokerto

3.1.2 Ketinggian dan Geologi

Sebesar 40,81 persen Kabupaten Sidoarjo terletak pada ketinggian 3–10 m di atas permukaan laut yaitu wilayah kabupaten yang berada di bagian tengah dan berair tawar. Kemudian, sebesar 29,99 persen wilayah Kabupaten Sidoarjo yang berada di sebelah timur merupakan daerah pantai dan pertambangan berketinggian 0–3 meter. Dan sisa wilayah seluas 29,20 persen wilayah Kabupaten Sidoarjo yang terletak di bagian barat memiliki ketinggian 10–25 meter di atas permukaan air laut.

Topografi Kabupaten Sidoarjo terdiri dari beberapa lapisan batuan. Batuan Aluvium seluas 686,89 km² tersebar di semua kecamatan, akan tetapi untuk lapisan batuan Pleistosen Fasies Sedimen hanya terdapat di 6 kecamatan, yaitu Kecamatan Sidoarjo, Buduran, Taman, Waru, Gedangan dan Sedati. Sedangkan lapisan tanah untuk tanah Aluvial Kelabu merata di 18 kecamatan seluas 470,18 km². Lapisan tanah jenis As. Aluvial Kelabu dan Cokelat Kekuningan hanya ada di 4 kecamatan, yaitu Krembung, Balongbendo, Tarik dan Prambon masing-masing 4,54; 27,95; 9,87 dan 7,33 km². Lapisan tanah Aluvial Hidromorf seluas 213,61 km² menyebar di 8 kecamatan, yaitu Kecamatan Sidoarjo, Buduran, Candi, Porong, Tanggulangin, Jabon, Waru dan Sedati. Adapun lapisan tanah kelabu tua seluas 8,71 km² ada di 2 kecamatan, yaitu Kecamatan Buduran dan Gedangan (BPS Kabupaten Sidoarjo, 2019).

3.1.3 Pemerintahan

Menurut data dari BPS Kabupaten Sidoarjo (2019), Kabupaten Sidoarjo yang merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur, mempunyai sistem pemerintahan yang sama dengan kabupaten atau kota lainnya. Unit pemerintahan yang dikoordinasi oleh pemerintah kabupaten secara langsung adalah kecamatan-kecamatan. Masing-masing kecamatan terdiri dari beberapa desa/kelurahan. Kabupaten Sidoarjo terdiri dari 18 wilayah kecamatan yang terbagi lagi menjadi 322 desa dan 31 kelurahan. Kecamatan terluas di Sidoarjo yaitu Kecamatan Jabon dan Sedati dengan luas masing-masing 81,00 km² dan 79,43 km², akan tetapi

sebagian besar wilayahnya merupakan daerah tambak. Sedangkan 16 kecamatan lainnya memiliki luas rata-rata 34,61 km².

Kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo beserta jumlah desa dan kelurahan yaitu dimuat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo dan Jumlah Desa dan Kelurahan

No.	Kecamatan	Jumlah	
		Desa	Kelurahan
1	Sidoarjo	10	14
2	Buduran	15	-
3	Candi	24	-
4	Porong	13	6
5	Krembung	19	-
6	Tulangan	22	-
7	Tanggulangin	19	-
8	Jabon	15	-
9	Krian	19	-
10	Balong Bendo	20	3
11	Wonoayu	23	-
12	Tarik	20	-
13	Prambon	20	-
14	Taman	16	8
15	Waru	17	-
16	Gedangan	15	-
17	Sedati	16	-
18	Sukodono	19	-
Jumlah		322	31

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo (2019)

Peta administrasi Kabupaten Sidoarjo yang memuat kecamatan yang ada di Kabupaten Sidoarjo yaitu pada Gambar 3.2.

2.2 Wilayah Perencanaan

Wilayah yang direncanakan akan dilayani oleh IPA di *long storage* Kalimati yaitu sebanyak empat kecamatan di Kabupaten Sidoarjo wilayah barat. Keempat kecamatan itu yaitu Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo.

2.2.1 Kecamatan Tarik

Kecamatan Tarik merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo bagian barat yang memiliki luas 36,06 km². Kecamatan Tarik terdiri dari 20 desa. Jumlah penduduk Kecamatan Tarik pada tahun 2019 yaitu sebesar 72.206 jiwa.

Batas-batas administratif Kecamatan Tarik adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Balong Bendo
- Timur : Kecamatan Prambon
- Selatan : Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kabupaten Mojokerto

2.2.2 Kecamatan Prambon

Kecamatan Prambon merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo bagian barat yang memiliki luas 34,18 km². Kecamatan Prambon terdiri dari 20 desa. Jumlah penduduk Kecamatan Prambon pada tahun 2019 yaitu sebesar 85.157 jiwa.

Batas-batas administratif Kecamatan Prambon adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Balong Bendo, Kecamatan Krian, dan Kecamatan Wonoayu
- Timur : Kecamatan Tulangan, Kecamatan Krembung
- Selatan : Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kecamatan Tarik

2.2.3 Kecamatan Krembung

Kecamatan Krembung merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo bagian barat yang memiliki luas 29,55 km². Kecamatan Krembung terdiri dari 19 desa. Jumlah penduduk Kecamatan Krembung pada tahun 2019 yaitu sebesar 75.731 jiwa.

Batas-batas administratif Kecamatan Krembung adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Tulangan
- Timur : Kecamatan Porong
- Selatan : Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kabupaten Prambon

2.2.4 Kecamatan Balong Bendo

Kecamatan Balong Bendo merupakan kecamatan di Kabupaten Sidoarjo bagian barat yang memiliki luas 31,4 km². Kecamatan Balong Bendo terdiri dari 20 desa. Jumlah penduduk Kecamatan Balong Bendo pada tahun 2019 yaitu sebesar 80.222 jiwa.

Batas-batas administratif Kecamatan Balong Bendo adalah sebagai berikut:

- Utara : Kabupaten Gresik
- Timur : Kecamatan Krian
- Selatan : Kecamatan Tarik
- Barat : Kabupaten Mojokerto

2.3 Long Storage Kalimati

Long storage merupakan bangunan penahan air yang berfungsi untuk menyimpan air dalam sungai, kanal, dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume tampungan airnya meningkat. Aliran permukaan yang ditampung oleh *long storage* ini seperti sungai, mata air, dan limpasan saluran pembuang irigasi

(Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2018).

Long storage Kalimati merupakan bangunan penahan atau penampung air yang memiliki panjang 4.850 meter dan lebar rata-rata 110 meter yang diharapkan dapat menampung air sebanyak 1,6 juta meter kubik. *Long storage* Kalimati ini mendapatkan air dari Sungai Brantas melalui saluran yang berasal dari Dam Kepajaran di Desa Mliriprowo, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo. Saluran pembawa air dari Dam Kepajaran berupa saluran *box culvert* dengan ukuran 1,2 m × 1,2 m × 1,8 m sepanjang ± 6.000 m di bawah tanah yang mengalirkan air dari Dam Kepajaran menuju ke *long storage* Kalimati. Ujung barat *long storage* Kalimati berada di Desa Tarik, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo sedangkan ujung timurnya berada di dekat PT Pabrik Kertas Indonesia (PAKERIN) Kecamatan Prambon Kabupaten Sidoarjo.

Tampak satelit dari *long storage* Kalimati dan Dam Kepajaran berturut-turut ada pada Gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.3 Tampak Satelit *Long Storage* Kalimati
Sumber: Google Earth



Gambar 3.4 Tampak Satelit Dam Kepajaran

Sumber: Google Earth

Long storage Kalimati terletak di perbatasan Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Mojokerto tepatnya berada memanjang yang meliputi beberapa desa di kedua kabupaten. Lokasi desa yang dilalui oleh *long storage* Kalimati yaitu ada pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Lokasi Desa yang Dilalui *Long Storage* Kalimati

Desa	Kecamatan	Kabupaten
Tarik	Tarik	Sidoarjo
Mergobener	Tarik	Sidoarjo
Prambon	Prambon	Sidoarjo
Kwatu	Mojoanyar	Mojokerto
Leminggir	Mojosari	Mojokerto
Ngimbangan	Mojosari	Mojokerto
Bangun	Pungging	Mojokerto

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (2018)

Pada awalnya *long storage* Kalimati, merupakan Sungai Kalimati yang lama tidak berfungsi. Hal tersebut dikarenakan di sepanjang Sungai Kalimati dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk membuat keramba pembudidayaan ikan. Kemudian atas inisiatif dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, maka dibangunlah *long storage* Kalimati melalui Balai

Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas untuk digunakan sebagai cadangan air baku PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo. Pembangunan *long storage* Kalimati sendiri dikerjakan oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) oleh PT Nindya Karya selama kurang lebih 2 tahun yaitu mulai Oktober 2017 hingga selesai pada bulan Desember tahun 2019.

Bangunan *long storage* Kalimati terbagi menjadi 3 kolam penampung. Di mana di antara kolam terdapat pintu pengatur air atau *spillway*. Kolam penampungan pertama dan kedua bangunan telah dibangun bangunan *long storage* berupa dinding beton penahan air. Namun untuk kolam ketiga belum dibangun dinding beton, melainkan hanya pembuatan tanggul tepi yang berupa tanah setempat yang telah dipadatkan saja. Adapun juga terdapat kolam 4 sebagai cadangan air yang berada di timur dari kolam penampung 3. Kolam 4 ini masih berupa lahan asli yang berupa tanah penahan dan air tampungan asli dari Sungai Kalimati.

Gambar kondisi dari Kolam Penampungan 1, 2, dan 3 *long storage* Kalimati berturut-turut ada pada Gambar 3.5 hingga 3.7.



Gambar 3.5 Kolam Penampungan 1
Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 3.6 Kolam Penampungan 2
Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 3.7 Kolam Penampungan 3
Sumber: Dokumentasi Penulis

Di hulu dari *long storage* Kalimati yaitu di bagian paling barat terdapat bak sedimen yang berfungsi untuk mengendapkan partikel lumpur yang ikut terbawa dari sumber air melalui saluran pembawa.



Gambar 3.8 Bak Sedimen
Sumber: Dokumentasi Penulis

Lokasi IPA yang direncanakan berada di ujung kolam penampungan 3 yaitu ada pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampak Satelit Rencana Lokasi IPA
Sumber: Google Earth

Kondisi lahan rencana lokasi IPA berupa tanah setempat yang sudah dipadatkan yaitu pada Gambar 3.10.



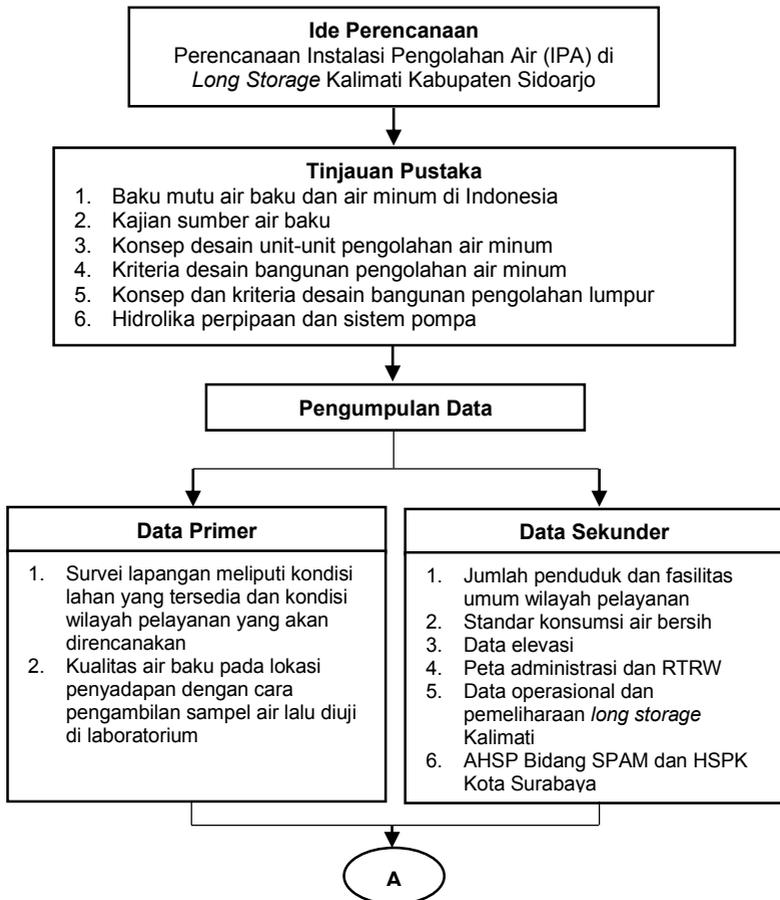
Gambar 3.10 Kondisi Lahan Rencana Lokasi IPA
Sumber: Dokumentasi Penulis

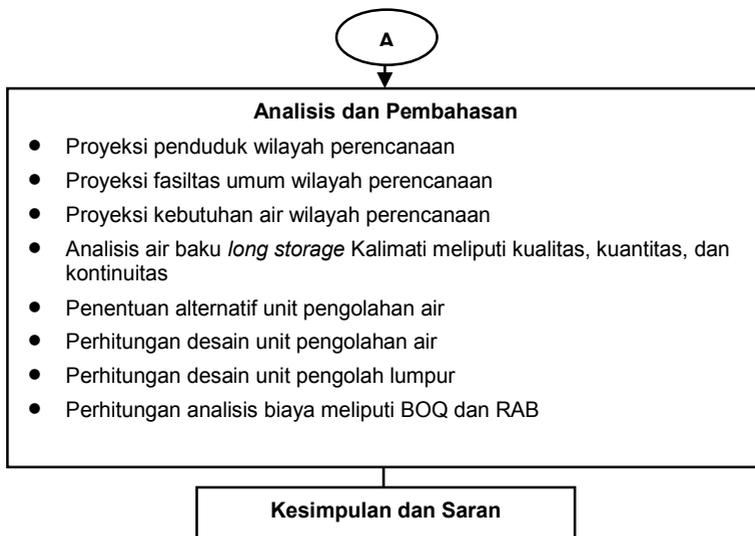
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

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 pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Kerangka Perencanaan

4.2 Uraian Tahapan Perencanaan

Uraian dari kerangka perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Ide Perencanaan

Ide perencanaan dari tugas akhir ini yaitu merencanakan sebuah Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo. Hal tersebut didasarkan karena hanya sekitar 37 persen cakupan pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Sidoarjo. Wilayah yang belum terlayani oleh PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo wilayah barat yaitu Kecamatan Balong Bendo, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di empat kecamatan tersebut, maka direncanakan IPA yang akan mengolah air baku menjadi air bersih. Air baku yang akan diolah di IPA direncanakan berasal dari bangunan *long storage* Kalimati yang berlokasi di Desa Tarik, Kecamatan Tarik.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan mempelajari dan mengkaji literatur, referensi, atau pustaka yang ditujukan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan informasi yang berguna, memahami konsep perencanaan dan desain, dan mendapatkan data penunjang untuk kegiatan perencanaan dan desain yang berasal dari literatur. Tinjauan pustaka yang dilakukan meliputi baku mutu air baku dan air minum di Indonesia, kajian sumber air baku, konsep desain unit-unit pengolahan air minum, kriteria desain bangunan pengolahan air minum, konsep dan kriteria desain bangunan pengolahan lumpur, serta hidrolika perpipaan dan sistem pompa.

3. Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan untuk perencanaan ini yaitu:

a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan yaitu:

1. Survei lapangan

Survei lapangan yang dilakukan untuk memperoleh gambaran awal secara umum mengenai kondisi lokasi perencanaan yang meliputi keadaan lahan yang tersedia untuk membangun IPA dan kondisi eksisting air baku yang akan digunakan. Data yang dibutuhkan antara lain kondisi lahan yang tersedia dan kondisi wilayah pelayanan yang akan direncanakan.

2. Kualitas air baku pada lokasi penyadapan

Air baku yang akan digunakan yaitu air dari *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo. Air baku tersebut perlu dilakukan pengamatan untuk menentukan kualitasnya. Pengamatan tersebut meliputi jenis sumber air baku dan keadaan lokasi untuk rencana bangunan penyadap (*intake*). Pengamatan kualitas air baku dilakukan dengan cara pengambilan sampel air baku. Proses pengambilan sampel (*sampling*) air baku dilakukan dengan cara manual. Lokasi *sampling* dilakukan di

lokasi rencana bangunan penyadap akan dibangun. Sampel yang diambil yaitu *grab samples* yaitu sampel yang diambil pada sebuah titik *sampling* yang spesifik pada waktu yang cepat. Sampel yang telah diambil kemudian dibawa ke Laboratorium Teknologi Pengolahan Air Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS untuk dianalisis. Analisis air baku meliputi beberapa parameter air minum pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 dan penentuan dosis optimum koagulan dengan metode *jar test*.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan yaitu:

1. Jumlah penduduk dan fasilitas umum wilayah pelayanan
Data jumlah penduduk digunakan untuk menentukan kebutuhan air domestik. Data fasilitas umum digunakan untuk menentukan kebutuhan air nondomestik. Keduanya baik kebutuhan air domestik maupun nondomestik diperhitungkan menjadi debit air yang akan diambil dan diolah di IPA nantinya. Data jumlah penduduk dan jumlah fasilitas umum ini bisa diperoleh dari data dari situs Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo.
2. Standar konsumsi air bersih
Data standar kebutuhan air bersih tiap orang per hari dan konsumsi air untuk fasilitas umum dapat diperoleh dari Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Data konsumsi atau kebutuhan air ini bisa digunakan untuk menghitung debit kebutuhan air penduduk di akhir tahun perencanaan.
3. Data elevasi
Data elevasi ini digunakan untuk menentukan lokasi IPA yang direncanakan. IPA diusahakan agar berada di elevasi tertinggi agar aliran air tidak

membutuhkan banyak pompa. Data elevasi ini diperoleh dari peta topografi Kabupaten Sidoarjo yang didapat pada Pemerintah Kabupaten Sidoarjo. Selain itu, data elevasi bisa diperoleh dari situs daring *Google Maps*.

4. Peta administrasi dan Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW)

Peta administrasi digunakan untuk menentukan batas wilayah pelayanan. Sedangkan Peta Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) digunakan untuk menentukan tata guna lahan yang direncanakan bisa dibangun IPA atau tidak. Kedua peta tersebut bisa didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sidoarjo.

5. Data operasional dan pemeliharaan *long storage* Kalimati

Data operasional dan pemeliharaan *long storage* Kalimati digunakan untuk kajian mengenai air baku. Di mana data yang dibutuhkan yaitu data volume tampungan dan operasional waktu buka dan tutup pintu air yang digunakan untuk analisis kontinuitas dari air baku. Selain itu, diperlukan data dimensi *long storage* Kalimati untuk analisis *long storage* sebagai bak prasedimentasi. Data tersebut bisa didapatkan dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas.

6. AHSP Bidang SPAM dan HSPK Kota Surabaya

Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang SPAM digunakan untuk menganalisis koefisien dalam satuan pekerjaan bidang SPAM di mana data didapatkan dari Kementerian Pekerjaan Umum. Data Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Sidoarjo diubah menjadi kota terdekat yaitu Surabaya yang bisa didapatkan dari situs Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Kota Surabaya.

4. Analisis Data dan Pembahasan

Data primer dan sekunder yang telah didapat kemudian dianalisis sebagai untuk merencanakan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu meliputi:

- Proyeksi penduduk wilayah perencanaan
Metode yang dapat digunakan untuk memproyeksikan penduduk terdapat 3 metode, yakni Metode Aritmatika, Metode *Least Square*, dan Metode Geometri. Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap-tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisis yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk.

Persamaan yang dipakai untuk menghitung nilai koefisien korelasi (r) adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\} \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}}$$

di mana:

n = kurun waktu tahun acuan

x = hasil penjumlahan penduduk selama tahun acuan

y = hasil penjumlahan tahun acuan dari tahun ke 1 sampai tahun ke- n

Berikut ini adalah metode proyeksi penduduk yang dapat digunakan untuk memperhitungkan pertambahan jumlah penduduk tiap tahunnya.

a) Metode Rata-rata Aritmatika

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_o + r (dn)$$

di mana:

P_n = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

P_0 = jumlah penduduk pada awal proyeksi
 r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun
 dn = kurun waktu proyeksi

b) Metode Berganda (Geometrik)

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian menetap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Rumus yang digunakan:

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^{dn}$$

di mana:

P_0 = jumlah penduduk mula-mula
 P_n = penduduk tahun ke-n
 dn = kurun waktu
 r = rata-rata persentase pertambahan penduduk per tahun

c) Metode Selisih Kuadrat Minimum (*Least Square*)

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Rumusnya adalah:

$$P_n = a + (b \times t)$$

di mana:

t = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar proyeksi

$$a = \frac{\{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

$$b = \frac{\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

dengan:

n = kurun waktu tahun acuan
 p = hasil penjumlahan penduduk selama tahun acuan

t = hasil penjumlahan tahun acuan dari tahun ke 1 sampai tahun ke-n

- Proyeksi fasilitas umum wilayah perencanaan
Proyeksi fasilitas dapat dilakukan dengan pendekatan perbandingan jumlah penduduk yaitu dengan rumus perbandingan:

$$\frac{\text{penduduk tahun}_n}{\text{penduduk tahun}_{\text{awal}}} = \frac{\text{fasilitas tahun ke}_n}{\text{fasilitas tahun}_{\text{awal}}}$$

- Proyeksi kebutuhan air wilayah perencanaan
Kebutuhan air per orang per hari wilayah perencanaan dapat didapatkan dari standar Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Kebutuhan air digunakan untuk menentukan debit hari maksimum untuk pengolahan air pada IPA nantinya. Kebutuhan air rata-rata dan debit air hari maksimum dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{\text{rata-rata}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{nondomestik}} + Q_{\text{kebocoran}}$$

$$Q_{\text{peak}} = f_{\text{hm}} \times Q_{\text{rata-rata}}$$

di mana:

- $Q_{\text{rata-rata}}$ = debit rata-rata harian
- Q_{domestik} = debit domestik (penduduk)
- $Q_{\text{nondomestik}}$ = debit nondomestik (fasilitas umum)
- $Q_{\text{kebocoran}}$ = debit kebocoran
- Q_{peak} = debit jam puncak
- f_{hm} = faktor hari maksimum, (1,1 [Dinas PU Cipta Karya, 1998])

- Analisis air baku *long storage* Kalimati yang meliputi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas

a) Kualitas

Uji kualitas air baku *long storage* Kalimati didapatkan dengan menganalisis di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Analisis air baku meliputi beberapa parameter air minum pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 dan penentuan dosis optimum koagulan dengan metode *jar test*.

b) Kuantitas

Kuantitas air baku dari *long storage* Kalimati dikaji dengan cara menentukan volume tampungan *long storage* Kalimati. Data volume didapatkan dari Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.

c) Kontinuitas

Analisis kontinuitas *long storage* Kalimati didasarkan pada kecukupan tampungan *long storage* Kalimati pada musim kemarau apakah mampu menyediakan air yang cukup untuk debit pengolahan air di IPA. Penentuan kontinuitas dicari dengan membagi volume tampungan *long storage* Kalimati dengan debit pengolahan IPA yang telah ditentukan.

- Penentuan alternatif unit pengolahan air
Unit pengolahan yang direncanakan yaitu unit pengolahan yang akan mengolah parameter-parameter air baku yang belum sesuai baku mutu standar air minum untuk diolah agar memenuhi baku mutu. Penentuan alternatif pengolahan air juga mempertimbangkan bangunan *long storage* apakah bisa difungsikan sebagai bak prasedimentasi atau tidak.
- Perhitungan desain unit pengolahan air
Desain unit pengolahan pada IPA berdasarkan acuan kriteria desain. Unit pengolahan yang didesain yaitu meliputi:
 - a) *Intake*
Desain bangunan *intake* meliputi dimensi lebar dan kedalaman saluran, jenis bangunan *intake*, desain *bar screen*, perhitungan dimensi pipa penyadap, dimensi pipa pembawa ke unit selanjutnya, dan perhitungan kebutuhan pompa.
 - b) Bak Koagulasi
Desain bangunan bak koagulasi meliputi perhitungan kebutuhan koagulan, dimensi bak pelarut koagulan, perhitungan metode pengadukan dan kebutuhan alat pengaduk, dimensi pipa pembubuh koagulan, desain dimensi bak koagulasi, dan desain saluran *inlet* dan *outlet*.

c) Bak Flokulasi

Desain bangunan bak flokulasi meliputi dimensi bak flokulasi, perhitungan metode pengadukan dan kebutuhan alat pengaduk, dan desain saluran *inlet* dan *outlet*.

d) Bak Sedimentasi

Desain bangunan bak sedimentasi meliputi desain dimensi zona *inlet*, desain dimensi zona pengendapan, desain dimensi zona lumpur, desain jenis dan dimensi zona *outlet*, dan desain kebutuhan macam bangunan sedimentasi (konvensional, *plate settler*, *tube settler*, atau mekanis).

e) Bak Filtrasi

Desain bangunan filtrasi meliputi desain media filter dan penyangga, desain dimensi bak filtrasi, perencanaan sistem *backwash*, perencanaan sistem *wash trough*, desain *underdrain*, dan desain saluran *inlet* dan *outlet*.

f) Unit Disinfeksi

Desain unit disinfeksi meliputi perhitungan dosis desinfektan dan sisa klor.

g) Reservoir

Desain bangunan reservoir meliputi perhitungan suplai air surplus dan defisit dan perhitungan dimensi unit reservoir.

- Perhitungan desain unit pengolah lumpur
Beberapa bangunan pengolahan air akan menghasilkan lumpur berupa lumpur fisik yang perlu diolah. Lumpur ini diolah di unit bangunan pengolah lumpur yang direncanakan sesuai dengan kapasitas lumpur yang dihasilkan.
- Perhitungan analisis biaya meliputi *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
Perhitungan BOQ dan RAB didasarkan atas kebutuhan bangunan yang ada pada IPA serta unit bangunan pengolah lumpur. Koefisien tiap satuan pekerjaan diacu dari AHSP Bidang SPAM dan harga satuan pekerjaan dan material yang pada awalnya mengacu pada HSPK Kabupaten Sidoarjo yang datanya tidak bisa didapatkan kemudian diubah menjadi HSPK daerah terdekat dari

Sidoarjo yaitu HSPK Kota Surabaya sebab dari segi harga tidak jauh berbeda.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses metode perencanaan, dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran yang jelas terhadap detail perencanaan ini serta menjawab tujuan dari perencanaan ini. Saran yang dibuat dalam perencanaan ini ditujukan untuk memberikan masukan dalam rangka untuk menerapkan perencanaan bangunan pengolahan air minum dengan teknologi yang lebih efektif dan biaya yang lebih murah serta hal lain yang perlu dikaji ulang demi perencanaan yang lebih baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Proyeksi Penduduk

Di dalam sebuah perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA), diperlukan proyeksi penduduk wilayah perencanaan mulai dari tahun awal hingga tahun akhir perencanaan. Proyeksi penduduk ini digunakan untuk memperkirakan besarnya penduduk di akhir tahun perencanaan. Hasil dari proyeksi penduduk digunakan sebagai salah satu komponen untuk menghitung kebutuhan air domestik wilayah perencanaan.

Untuk perencanaan IPA di *long storage* Kalimati, proyeksi penduduk yang dihitung yaitu pada wilayah yang direncanakan akan dilayani oleh IPA yakni Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo. Dalam menentukan proyeksi penduduk, diperlukan data-data jumlah penduduk di tahun sekarang dan tahun lampau. Semakin banyak data jumlah penduduk yang digunakan maka akan semakin baik. Data jumlah penduduk didapatkan dari Badan Pusat Statistik. Di mana untuk tahun terakhir yaitu data pada tahun 2019. IPA direncanakan selesai dibangun pada akhir tahun 2021 sehingga tahun 2022 bisa beroperasi. IPA direncanakan akan beroperasi selama 10 tahun perencanaan yaitu sampai tahun 2031. Maka, proyeksi penduduk yang dihitung adalah mulai tahun 2020 sampai dengan tahun 2031.

Terdapat tiga metode yang dapat digunakan untuk memproyeksikan penduduk, yakni metode rata-rata aritmatika, metode geometri, dan metode *least square*. Untuk menentukan metode yang dipakai untuk proyeksi penduduk, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi (r) untuk tiap-tiap metode. Untuk metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1 (satu), sesuai atau tidaknya analisis yang akan dipilih ditentukan dengan menggunakan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu) maka metode itulah yang dipakai untuk memproyeksikan penduduk.

Proyeksi penduduk ini dilakukan satu per satu dari keempat kecamatan yang akan dilayani oleh IPA. Sehingga tiap kecamatan akan memiliki metode proyeksi penduduk yang berbeda satu sama lain. Hal tersebut bergantung dari hitungan nilai koefisien korelasi (r) yang paling mendekati 1 dari tiap kecamatan.

Data jumlah penduduk sekarang dan masa lampau diacu dari Badan Pusat Statistik. Di mana jumlah data sebanyak 9 tahun yaitu jumlah penduduk masing-masing kecamatan mulai tahun 2011 hingga tahun 2019.

Hasil perhitungan nilai korelasi (r) tiap metode proyeksi disajikan secara detail dalam Lampiran A. Sedangkan untuk perbandingan nilai korelasi yang paling mendekati 1 serta metode proyeksi penduduk yang terpilih dari tiap kecamatan dimuat dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Perbandingan Nilai Korelasi (r) Tiap Kecamatan

Kecamatan	Nilai Korelasi (r)			Metode Proyeksi Terpilih
	Metode Aritmatika	Metode Geometrik	Metode <i>Least Square</i>	
Tarik	0,0653	0,7510	0,7523	Metode <i>Least Square</i>
Prambon	0,2512	0,8187	0,8247	Metode <i>Least Square</i>
Krembung	0,4530	0,9657	0,9661	Metode <i>Least Square</i>
Balong Bendo	0,2417	0,9249	0,9227	Metode Geometrik

Dari Tabel 5.1 menunjukkan bahwa terdapat 2 metode proyeksi yang berbeda dalam memproyeksikan penduduk berdasarkan nilai koefisien korelasi (r) yang paling mendekati 1. Di mana untuk tiga kecamatan yaitu Kecamatan Tarik, Prambon, dan Krembung digunakan metode proyeksi *least square* karena nilai korelasinya lebih mendekati angka 1 dibanding metode aritmatika dan geometrik. Sedangkan hanya terdapat satu kecamatan yang menggunakan metode proyeksi geometrik yaitu kecamatan Balong

Bendo sebab nilai korelasinya lebih mendekati angka 1 dibanding metode aritmatika dan *least square*.

Kemudian, jumlah penduduk di tiap kecamatan diproyeksikan sesuai metode proyeksi pada Tabel 5.1. Untuk rincian cara dan contoh perhitungan proyeksi penduduk dengan metode proyeksi terpilih dimuat dalam Lampiran A. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2031 untuk keempat kecamatan disajikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Tahun 2031

Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa)	Kecamatan				
	Tarik	Prambon	Krembung	Balong Bendo	
Tahun	2020	72.082	85.242	77.112	81.715
	2021	73.027	86.216	79.198	81.348
	2022	73.973	87.191	81.284	82.862
	2023	74.919	88.165	83.369	84.404
	2024	75.865	89.140	85.455	85.975
	2025	76.811	90.114	87.541	87.575
	2026	77.756	91.089	89.627	89.205
	2027	78.702	92.063	91.713	90.865
	2028	79.648	93.037	93.799	92.556
	2029	80.594	94.012	95.885	94.279
	2030	81.539	94.986	97.970	96.033
2031	82.485	95.961	100.056	97.821	

5.2 Proyeksi Fasilitas Umum

Proyeksi fasilitas umum merupakan sesuatu yang diperlukan untuk merencanakan suatu IPA. Selain perkembangan penduduk yang semakin tahun semakin meningkat, maka berbanding lurus dengan bertambahnya pula fasilitas yang

diperlukan. Proyeksi fasilitas umum ini digunakan sebagai salah satu komponen untuk menghitung debit kebutuhan air nondomestik. Proyeksi fasilitas dapat dilakukan dengan pendekatan perbandingan jumlah penduduk sebagai berikut.

$$\frac{\text{penduduk tahun}_n}{\text{penduduk tahun}_{\text{awal}}} = \frac{\text{fasilitas tahun ke}_n}{\text{fasilitas tahun}_{\text{awal}}}$$

Fasilitas umum yang diperhitungkan meliputi fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, dan industri. Fasilitas pendidikan mencakup TK/RA, SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/SMK/MA. Fasilitas kesehatan mencakup rumah sakit dan puskesmas. Fasilitas peribadatan mencakup masjid, mushala, gereja, dan pura. Untuk industri mencakup industri besar atau menengah, industri kecil, dan industri kerajinan rakyat. Jumlah fasilitas umum berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik.

Untuk data fasilitas umum eksisting disajikan dalam Lampiran A. Hasil dari perhitungan proyeksi fasilitas umum untuk keempat kecamatan dimuat dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Proyeksi Fasilitas Umum Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo Tahun 2031

No.	Proyeksi Fasilitas Umum Tahun 2031	Kecamatan			
		Tarik	Prambon	Krembung	Balong Bendo
1	Pendidikan:				
	TK/RA	24	42	46	28
	SD/MI	37	41	40	41
	SMP/MTs	9	10	8	9
	SMA/SMK/MA	7	5	7	5
2	Kesehatan:				
	Rumah Sakit	1	1	0	1
	Puskesmas	1	1	1	1
3	Peribadatan:				
	Masjid	53	48	49	67
	Mushala	283	344	357	274
	Gereja	0	0	3	1
	Pura	0	1	1	0

No.	Proyeksi Fasilitas Umum Tahun 2031	Kecamatan			
		Tarik	Prambon	Krembung	Balong Bendo
4	Industri:				
	Besar/Sedang	8	16	21	40
	Kecil	45	121	74	15
	Kerajinan Rakyat	1	99	159	28

5.3 Kebutuhan Air

Sebelum merencanakan sebuah Instalasi Pengolahan Air, perlu menghitung debit air yang akan diolah. Debit ini diketahui melalui perhitungan kebutuhan air masyarakat yang direncanakan akan terlayani oleh IPA yaitu Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo. Kebutuhan air terbagi menjadi dua yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air nondomestik.

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air yang berdasarkan aktivitas domestik yaitu aktivitas rumah tangga yang meliputi mandi, mencuci, minum, memasak, sanitasi, dan lain-lain. Kebutuhan air domestik terdiri dari dua penyaluran yaitu melalui Sambungan Rumah (SR) dan Kran Umum (KU). Sambungan Rumah (SR) merupakan sambungan air secara langsung ke pelanggan. Kran Umum (KU) merupakan sarana penampungan air yang dapat digunakan masyarakat sekitar KU untuk aktivitas domestik.

Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang terlayani IPA. Besarnya kebutuhan air berbanding lurus dengan perkembangan jumlah penduduk. Kebutuhan air yang dihitung adalah di tahun akhir perencanaan yaitu di tahun 2031. Di mana untuk menentukannya memerlukan data proyeksi jumlah penduduk di tahun akhir perencanaan.

Kecamatan Tarik, Prambon, Krembung, dan Balong Bendo memiliki kondisi wilayah permukiman yang cukup jarang karena banyak area persawahan dan ladang. Namun, lokasi permukiman relatif mudah dijangkau dan dekat dengan jalan-jalan besar dan jalan penghubung. Selain itu, juga banyak muncul perumahan baru di keempat kecamatan tersebut. Sehingga,

direncanakan kebutuhan air domestik hanya mencakup Sambungan Rumah saja tanpa Kran Umum.

Besarnya kebutuhan air per orang per hari diacu berdasarkan Direktorat Jenderal Cipta Karya Pekerjaan Umum atau Ditjen Cipta Karya Kementerian PU (1996). Di mana konsumsi unit sambungan rumah diasumsikan mengikuti kategori kota kecil yaitu dengan besaran 80–120 liter/orang/hari. Dari rentang tersebut diambil rata-rata yaitu 100 liter/orang/hari. Sedangkan jumlah jiwa per SR yaitu 5 orang. Selain itu cakupan pelayanan direncanakan akan naik bertahap hingga tercapai 100 persen pada tahun 2031.

Selanjutnya yaitu kebutuhan air nondomestik. Kebutuhan air nondomestik yaitu kebutuhan air yang berdasarkan aktivitas nondomestik yaitu dari fasilitas dan sarana umum. Besaran pemakaian nondomestik berbeda-beda sesuai jenis fasilitas umum. Unit pemakaian fasilitas umum yang meliputi fasilitas pendidikan, kesehatan, dan peribadatan diacu dari Ditjen Cipta Karya PU (1996) sedangkan untuk industri diasumsikan yang dijabarkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Unit Konsumsi Air Nondomestik

Fasilitas Umum / Kegiatan Nondomestik	Unit Pemakaian	Satuan	Keterangan
Sekolah	10*	L/Murid/Hari	
Rumah Sakit	200*	L/Bed/Hari	Kelas Rumah Sakit: <ul style="list-style-type: none"> • Kelas A min. 400 bed • Kelas B min. 200 bed • Kelas C min. 100 bed • Kelas D min. 50 bed
Puskesmas	2.000*	L/Unit/Hari	
Masjid	3.000*	L/Unit/Hari	
Mushala	2.000*	L/Unit/Hari	
Gereja	500*	L/Unit/Hari	
Pura	500	L/Unit/Hari	Diasumsikan sama dengan unit konsumsi gereja

Fasilitas Umum / Kegiatan Nondomestik	Unit Pemakaian	Satuan	Keterangan
Industri Besar dan Menengah	5.000**	L/Unit/Hari	
Industri Kecil	2.000**	L/Unit/Hari	
Industri Kerajinan Rakyat	500**	L/Unit/Hari	

Keterangan: * Ditjen Cipta Karya Kementerian PU (1996)

** Asumsi

Kebutuhan air domestik dan nondomestik kemudian dijumlahkan sehingga menghasilkan debit total. Debit total yang telah didapatkan lalu ditambahkan dengan debit kebocoran yang menghasilkan debit rata-rata. Debit kebocoran ini merupakan kehilangan air. Kebocoran atau kehilangan air menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018) dibagi menjadi dua yaitu kebocoran fisik dan kebocoran nonfisik. Kebocoran fisik bisa terjadi karena perpipaan atau peralatan pipa itu sendiri. Sedangkan kebocoran nonfisik dapat terjadi karena pemakaian tak resmi dan ketidakakuratan meter pencatat. Besarnya kebocoran air ini diacu dari Badan Pusat Statistik di mana PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo mengalami kebocoran air sebesar 28 persen pada tahun 2019. Direncanakan kebocoran air akan semakin menurun hingga tahun akhir perencanaan. Di mana angka kehilangan atau kebocoran air direncanakan akan menurun sebanyak 1% tiap tahun hingga tahun akhir perencanaan sehingga kebocoran air menjadi 16% pada tahun 2031.

Dalam perencanaan IPA, debit desain yang digunakan yaitu debit hari maksimum. Debit hari maksimum ini yaitu debit hari tertentu yang tertinggi dalam satu tahun. Faktor hari maksimum ini didasarkan pada Ditjen Cipta Karya Kementerian PU (1998) yaitu faktor hari maksimum sebesar 1,1.

Untuk hasil perhitungan kebutuhan air tahun 2031 disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Kecamatan Tarik, Prambon, Krebung, dan Balong Bendo Tahun 2031

Uraian	Satuan	Kecamatan			
		Tarik	Prambon	Krebung	Balong Bendo
DOMESTIK					
Jumlah Penduduk	Orang	82.485	95.961	100.056	97.821
Persentase Pelayanan	%	100	100	100	100
Jumlah Penduduk Terlayani	Orang	82.485	95.961	100.056	97.821
Sambungan Rumah (SR)					
Persentase	%	100	100	100	100
Jumlah Penduduk Terlayani	Orang	82.485	95.961	100.056	97.821
Penduduk tiap SR	Orang/ SR	5	5	5	5
Jumlah SR	Unit	16.498	19.193	20.012	19.565
Unit Pemakaian	L/Orang/ Hari	100	100	100	100
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	95,47	111,07	115,81	113,22
NONDOMESTIK					
Fasilitas Pendidikan					
Jumlah Murid	Murid	11.697	12.935	15.058	13.194
Unit Pemakaian	L/Murid/ Hari	10	10	10	10
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	1,35	1,50	1,74	1,53
Fasilitas Kesehatan					
Rumah Sakit					
Jumlah Bed	Bed	100	50	0	100
Unit Pemakaian	L/Bed/ Hari	200	200	200	200
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,23	0,12	0,00	0,23
Puskesmas					
Jumlah Unit	Unit	1	1	1	1
Unit Pemakaian	L/Unit/ Hari	2.000	2.000	2.000	2.000

Uraian	Satuan	Kecamatan			
		Tarik	Prambon	Krembung	Balong Bendo
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,02	0,02	0,02	0,02
Subtotal Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,25	0,14	0,02	0,25
Fasilitas Peribadatan					
Masjid					
Jumlah Unit	Unit	53	48	49	67
Unit Pemakaian	L/Unit/Hari	3.000	3.000	3.000	3.000
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	1,84	1,67	1,70	2,33
Mushala					
Jumlah Unit	Unit	283	344	357	274
Unit Pemakaian	L/Unit/Hari	2.000	2.000	2.000	2.000
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	6,55	7,96	8,26	6,34
Gereja					
Jumlah Unit	Unit	0	0	3	1
Unit Pemakaian	L/Unit/Hari	500	500	500	500
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,00	0,00	0,02	0,01
Pura					
Jumlah Unit	Unit	0	1	1	0
Unit Pemakaian	L/Unit/Hari	500	500	500	500
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,00	0,01	0,01	0,00
Subtotal Pemakaian Rata-rata	L/Detik	8,39	9,64	9,99	8,67
Industri					
Industri Besar/Sedang					
Jumlah Unit	Unit	8	16	21	40
Unit Pemakaian	L/Unit/Hari	5.000	5.000	5.000	5.000
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,46	0,93	1,22	2,31

Uraian	Satuan	Kecamatan			
		Tarik	Prambon	Krembung	Balong Bendo
<i>Industri Kecil</i>					
Jumlah Unit	Unit	45	121	74	15
Unit Pemakaian	L/Unit/ Hari	2.000	2.000	2.000	2.000
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	1,04	2,80	1,71	0,35
<i>Industri Kerajinan Rakyat</i>					
Jumlah Unit	Unit	1	99	159	28
Unit Pemakaian	L/Unit/ Hari	500	500	500	500
Pemakaian Rata-rata	L/Detik	0,01	0,57	0,92	0,16
Subtotal Pemakaian Rata-rata	L/Detik	1,51	4,30	3,85	2,82
Debit Total	L/Detik	106,98	126,64	131,41	126,50
Persentase Kebocoran	%	16	16	16	16
Debit Kebocoran	L/Detik	17,12	20,26	21,03	20,24
Debit Rata-rata	L/Detik	124,10	146,90	152,43	146,74
Faktor Hari Maksimum		1,1	1,1	1,1	1,1
Debit Hari Maksimum	L/Detik	136,51	161,59	167,68	161,41

Tabel 5.6 Rekapitulasi Debit Kebutuhan Air Rata-rata dan Hari Maksimum

Kecamatan	Debit Kebutuhan Air (L/detik)	
	Rata-rata	Hari Maksimum
Tarik	124,10	136,51
Prambon	146,90	161,59
Krembung	152,43	167,68
Balong Bendo	146,74	161,41
Jumlah	570,17	627,18

5.4 Kajian Air Baku Long Storage Kalimati

Air baku yang akan diolah untuk IPA yaitu berasal dari *long storage* Kalimati. *Long storage* Kalimati ini merupakan bangunan penahan air yang memiliki panjang 4.850 meter dan lebar rata-rata 110 meter yang diharapkan dapat menampung air sebanyak 1,6 juta meter kubik. *Long storage* Kalimati ini mendapatkan air dari Sungai Brantas melalui saluran yang berasal dari Dam Kepajaran di Desa Mliriprowo, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo. Saluran pembawa air dari Dam Kepajaran berupa saluran *box culvert* dengan ukuran 1,2 m × 1,2 m × 1,8 m sepanjang 6.000 m di bawah tanah yang mengalirkan air dari Dam Kepajaran menuju ke *long storage* Kalimati. Ujung barat *long storage* Kalimati berada di Desa Tarik, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo dan ujung timurnya berada di dekat PT Pakerin Kecamatan Prambon Kabupaten Sidoarjo.

Dalam pemanfaatan *long storage* Kalimati sebagai air baku untuk diolah menjadi air minum perlu dikaji terlebih dahulu. Kajian air baku meliputi kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya.

5.4.1 Kualitas Air Baku

Untuk mengetahui kualitas air baku dengan cara diuji secara laboratorium mengenai parameter-parameter yang terkandung dalam air baku. Dalam uji laboratorium, perbandingan baku mutu terhadap hasil uji yang diacu yaitu berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Pengujian dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Air baku diambil sampel terlebih dahulu sebelum diuji. Sampel air diambil di lokasi rencana *intake* IPA yaitu di hilir kolam penampungan 3 *long storage* Kalimati. Posisi koordinat titik *sampling* yaitu pada titik 7,474674 derajat LS dan 112,553359 derajat BT.



Gambar 5.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Baku

Sumber: Google Earth

Hasil dari pengujian kualitas air di laboratorium dimuat dalam Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Uji Kualitas Air Baku *Long Storage* Kalimati

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan *	Hasil Analisis **	Keterangan
A. FISIKA					
1	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	Memenuhi
2	Temperatur	°C	Suhu udara \pm 3	24	-
3	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	500	196	Memenuhi
4	Kekeruhan	NTU	5	16,8	Belum memenuhi
B. KIMIA					
1	pH	-	6,5–8,5	8,7	Belum memenuhi
2	Nitrat (sebagai NO ₃ ⁻)	mg/L	50	0	Memenuhi

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan *	Hasil Analisis **	Keterangan
3	Nitrit (sebagai NO ₂ ⁻)	mg/L	3	0,01	Memenuhi
4	Amonia	mg/L	1,5	0,11	Memenuhi
5	Deterjen	mg/L	0,05	0,07	Belum memenuhi

Sumber: * Permenkes Nomor 492 Tahun 2010

** Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan

Dari Tabel 5.7 menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter yang masih melebihi standar baku mutu air minum. Nilai dari hasil analisis kekeruhan sebesar 16,8 NTU masih melebihi nilai baku mutu yaitu 5 NTU. Nilai pH yang sebesar 8,7 juga belum memenuhi rentang nilai 6,5–8,5 pada baku mutu. Kemudian, kadar deterjen 0,07 mg/L masih melampaui baku mutu 0,05 mg/L. Sehingga dari hasil demikian, maka air baku *long storage* Kalimati perlu diolah ketiga parameter yaitu kekeruhan, pH, dan deterjen agar memenuhi standar kualitas air minum.

5.4.2 Kuantitas Air Baku

Kuantitas air baku *long storage* Kalimati dengan dianalisis dengan mempertimbangkan sistem operasi pada *long storage* Kalimati. Sistem operasi *long storage* Kalimati dilakukan oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas melalui operator dari PT Nindya Karya.

Mekanisme operasi *long storage* Kalimati yang dianalisis yaitu pada pengisian air dari Dam Kepajaran masuk ke *long storage* melalui pintu air *intake*. Pintu air yang berada di ujung barat dari *long storage* tidak dibuka secara terus-menerus melainkan terdapat dua mekanisme bukaan pintu air yang dilakukan yaitu:

1. Buka maksimal pintu air (jika saat pengisian air ke *long storage*)

Buka maksimal pintu air, dilaksanakan untuk mengisi air di *long storage*, yaitu saat musim air di kanal Porong melimpah (Oktober–Juni). Jika terjadi kelebihan muka air di hilir, maka pintu diturunkan dan dibuka sesuai kebutuhan air maksimum sesuai rencana yang diperbolehkan pada *long storage* yaitu:

- Bak Sedimen : +14,74 m
- Kolam 1 : +14,74 m (selevel batas antara dinding beton dan blok beton)
- Kolam 2 : +13,95 m (selevel batas antara dinding beton dan blok beton)
- Kolam 3 : +13.14 m

2. Penutupan pintu air

Pada saat musim kering (Juli–Agustus–September), pintu air ditutup karena air hanya untuk memenuhi kebutuhan air Kanal Porong untuk irigasi.

Dari mekanisme buka dan tutup pintu air di atas, *long storage* dikontrol ketinggian muka air agar tetap setinggi batas antara dinding beton dan blok beton untuk kolam 1 dan 2 serta kolam 3 setinggi +13,14 m. Maka dengan demikian volume tampungan *long storage* Kalimati yakni sebesar 1.667.737 m³ akan tetap terjaga. Namun angka tersebut hanya akan terjadi saat pintu air dibuka pada bulan Oktober sampai Juni. Sedangkan untuk bulan Juli sampai September tidak ada aliran masuk (*inflow*), sehingga perlu dilakukan kajian kontinuitas air baku *long storage* Kalimati pada Subbab 5.4.3.

5.4.3 Kontinuitas Air Baku

Long storage Kalimati yang akan digunakan sebagai air baku untuk IPA perlu dianalisis mengenai kecukupan air saat terjadi musim kemarau. Menurut data dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas, *long storage* Kalimati ini beroperasi tidak penuh dalam satu tahun. Pintu air *long storage* dibuka secara rutin untuk mengisi air hanya selama bulan Oktober sampai Juni. Sedangkan selama 3 bulan yaitu bulan Juli sampai September air

yang masuk ke *long storage* akan dihentikan karena air Sungai Brantas hanya akan digunakan sebagai irigasi Kanal Porong.

Oleh sebab demikian, perlu dianalisis apakah saat 3 bulan tersebut air tampungan *long storage* bisa mencukupi debit pengambilan di IPA. Pada Tabel 5.6 didapatkan hasil bahwa debit jam puncak yang diolah di IPA sebesar 627,18 L/detik atau dibulatkan menjadi 627 L/detik. Untuk menentukan kontinuitas air baku dapat dilakukan dengan cara membagi volume tampungan *long storage* dengan debit pengolahan air tersebut. Untuk analisis kontinuitas, tidak diperhitungkan faktor infiltrasi dan faktor penguapan (evaporasi). Volume tampungan dari *long storage* ditunjukkan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Volume Tampungan Long Storage Kalimati

Kolam	Volume (m ³)
Kolam 1	513.617
Kolam 2	529.177
Kolam 3	499.006
Kolam 4 (cadangan)	125.937
Jumlah	1.667.737

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (2018)

Analisis kontinuitas *long storage* Kalimati adalah sebagai berikut (faktor infiltrasi dan evaporasi tidak diperhitungkan).

$$\text{Volume Tampungan} = 1.667.737 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Debit pengambilan air} &= 627 \text{ L/detik} \\ &= 0,627 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Waktu pengambilan air saat pintu air ditutup

$$= \text{Volume Tampungan} : \text{Debit pengambilan air}$$

$$= 1.667.737 \text{ m}^3 : 0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 2.659.868 \text{ detik}$$

$$= 30,78 \text{ hari}$$

$$\approx 30 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan di atas didapatkan waktu pengambilan air saat pintu air ditutup yaitu selama 30 hari atau 1 bulan. Sedangkan saat pintu air ditutup dilakukan selama 3 bulan atau 90 hari. Dengan demikian, *long storage* Kalimati tidak dapat mencukupi air untuk pengolahan air di IPA selama air tidak tersuplai dari pintu air pada bulan Juli sampai September.

Dengan kondisi penutupan pintu air selama tiga bulan musim kemarau dan masa pengambilan air saat pintu ditutup, maka IPA akan beroperasi hanya selama 10 bulan dalam 1 tahun. Penyelesaian dari hal ini dapat disarankan dengan cara menyuplai air dari unit IPA lain di Kabupaten Sidoarjo yaitu IPA Krian 3 dengan debit 300 L/detik dan IPA Krian 4 dengan debit 200 L/detik. Selain itu bisa juga dimanfaatkan *idle capacity* daerah cakupan lain berdasarkan data Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018–2037 yaitu dengan total kapasitas 400 L/detik. Hal tersebut bisa dilakukan dengan cara sistem distribusi air minum yang saling terhubung antara daerah pelayanan sehingga daerah pelayanan IPA *long storage* Kalimati dapat terpenuhi.

5.4.4 Analisis Long Storage sebagai Bak Prasedimentasi

Long storage yaitu bangunan penahan air yang berfungsi menyimpan air dalam sungai, kanal, dan/atau parit pada lahan yang relatif datar dengan cara menahan aliran untuk menaikkan permukaan air sehingga volume tampungan airnya meningkat. *Long storage* Kalimati sendiri merupakan bangunan penahan air yang memiliki panjang 4.850 meter dan lebar rata-rata 110 meter yang diharapkan dapat menampung air sebanyak 1,6 juta meter kubik. Bentuk dari *long storage* Kalimati ini seperti sebuah kanal yang memanjang. Di mana *long storage* Kalimati ini terbagi menjadi 3 kolam penampungan dan 1 kolam sebagai cadangan. Dimensi *long storage* dimuat dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Dimensi Panjang, Lebar, dan Tinggi Muka Air *Long Storage* Kalimati

Kolam	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi Muka Air (m)
Kolam 1	1.475	Rata-rata 110 m	4,54
Kolam 2	1.375		4,25
Kolam 3	1.575		3,94
Kolam 4 (cadangan)	650		2
Jumlah	5.075		

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (2018)

Dari dimensi seperti Tabel 5.9, kemudian *long storage* Kalimati dianalisis apakah bisa mengendapkan partikel diskret yang terkandung dalam air yang diambil dari Sungai Brantas. Sehingga *output* dari analisis ini adalah perlunya penggunaan bak prasedimentasi atau tidak nantinya dalam unit pengolahan IPA. Analisis *long storage* sebagai bak prasedimentasi adalah sebagai berikut.

$$\text{Debit (Q)} = 0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Waktu detensi air (td)} = 30,78 \text{ hari}$$

$$\text{Beban permukaan (Q/A}_s) = 0,8\text{--}2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$$

$$\text{Bilangan Reynold (N}_{Re}) < 15.000$$

$$\text{Bilangan Froude (N}_{Fr}) > 10^{-5} \quad (\text{SNI 6774:2008})$$

$$\text{Suhu air (T)} = 24^\circ\text{C}$$

$$\text{Densitas air (}\rho) = 0,99733 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Viskositas absolut (}\mu) = 0,9161 \times 10^{-3} \text{ N.detik/m}^2$$

$$\text{Viskositas kinematis (}\nu) = 0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$$

$$\text{Percepatan gravitasi (g)} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Kolam Penampungan 1:

$$\text{Luas penampang (A}_c) = l \times h$$

$$= 110 \text{ m} \times 4,54 \text{ m}$$

$$= 499,4 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan horizontal (} v_h \text{)} &= \frac{Q}{A_c} \\ &= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{499,4 \text{ m}^2} \\ &= 0,0012 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter partikel (} d \text{)} = 0,5 \text{ mm} \quad (\text{Imaaduddiin dkk., 2019})$$

$$\text{Specific gravity (} S_g \text{)} = 2,65 \text{ gram/cm}^3$$

$$\text{Kecepatan pengendapan (} v_s \text{)}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{g}{18 \times \mu} \times (\rho_s - \rho) d^2 \\ &= \frac{9,81}{18 \times 0,9161 \times 10^{-3}} \times (2,65 - 0,99733) 0,0005^2 \\ &= 0,00024 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Cek penggerusan (*scouring*):

$$\text{Faktor gesekan hidrolis (} \lambda \text{)} = 0,03$$

$$\beta = 0,05$$

$$\text{Kecepatan penggerusan (} v_{sc} \text{)}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{8\beta}{\lambda} \times \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \times g \times d} \\ &= \sqrt{\frac{8 \times 0,05}{0,03} \times \frac{2,65 - 0,99733}{0,99733} \times 9,81 \times 0,0005} \\ &= 0,33 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Karena $v_h < v_{sc}$, maka tidak terjadi resuspensi

Cek bilangan Reynold:

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidrolis (} R \text{)} &= \frac{l \times t}{2t + l} \\ &= \frac{110 \times 4,54}{2 \times 4,54 + 110} \\ &= 4,19 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{v_h \times R}{\nu} \\
 &= \frac{0,0012 \times 4,19}{0,9186 \times 10^{-6}} \\
 &= 5.473,54 \quad (< 15.000, \text{ memenuhi})
 \end{aligned}$$

Cek bilangan Froude:

$$\begin{aligned}
 N_{Fr} &= \frac{v_h^2}{g \times R} \\
 &= \frac{0,0012^2}{9,81 \times 4,19} \\
 &= 3,5 \times 10^{-8} \quad (< 10^{-5}, \text{ tidak memenuhi})
 \end{aligned}$$

Kolam Penampungan 2:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang } (A_c) &= l \times h \\
 &= 110 \text{ m} \times 4,25 \text{ m} \\
 &= 467,5 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan horizontal } (v_h) &= \frac{Q}{A_c} \\
 &= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{467,5 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0013 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan pengendapan } (v_s) = 0,00024 \text{ m/detik}$$

Cek penggerusan (*scouring*):

$$\text{Kecepatan penggerusan } (v_{sc}) = 0,33 \text{ m/detik}$$

Karena $v_h < v_{sc}$, maka tidak terjadi resuspensi

Cek bilangan Reynold:

$$\begin{aligned}
 \text{Jari-jari hidrolis } (R) &= \frac{l \times t}{2t + l} \\
 &= \frac{110 \times 4,25}{2 \times 4,25 + 110} \\
 &= 3,94 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{v_h \times R}{\nu} \\
 &= \frac{0,0013 \times 3,94}{0,9186 \times 10^{-6}} \\
 &= 5.575,87 \quad (< 15.000, \text{ memenuhi})
 \end{aligned}$$

Cek bilangan Froude:

$$\begin{aligned}
 N_{Fr} &= \frac{v_h^2}{g \times R} \\
 &= \frac{0,0013^2}{9,81 \times 3,94} \\
 &= 4,37 \times 10^{-8} \quad (< 10^{-5}, \text{ tidak memenuhi})
 \end{aligned}$$

Kolam Penampungan 3:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang } (A_c) &= l \times h \\
 &= 110 \text{ m} \times 3,94 \text{ m} \\
 &= 433,4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan horizontal } (v_h) &= \frac{Q}{A_c} \\
 &= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{433,4 \text{ m}^2} \\
 &= 0,0014 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan pengendapan } (v_s) = 0,00024 \text{ m/detik}$$

Cek penggerusan (*scouring*):

$$\text{Kecepatan penggerusan } (v_{sc}) = 0,33 \text{ m/detik}$$

Karena $v_h < v_{sc}$, maka tidak terjadi resuspensi

Cek bilangan Reynold:

$$\begin{aligned}
 \text{Jari-jari hidrolis } (R) &= \frac{l \times t}{2t + l} \\
 &= \frac{110 \times 3,94}{2 \times 3,94 + 110} \\
 &= 3,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{v_h \times R}{\nu} \\
 &= \frac{0,0014 \times 3,67}{0,9186 \times 10^{-6}} \\
 &= 5.593,29 \quad (< 15.000, \text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

Cek bilangan Froude:

$$\begin{aligned}
 N_{Fr} &= \frac{v_h^2}{g \times R} \\
 &= \frac{0,0014^2}{9,81 \times 3,67} \\
 &= 5,44 \times 10^{-8} \quad (< 10^{-5}, \text{tidak memenuhi})
 \end{aligned}$$

Dengan adanya kemampuan mengendapkan partikel diskret yang terkandung dalam air yang masuk dan tidak terjadinya resuspensi partikel diskret yang telah mengendap, maka *long storage* dapat difungsikan sebagai bak prasedimentasi. Sehingga, dalam IPA nantinya tidak diperlukan lagi unit bak prasedimentasi.

Cek beban permukaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang kolam 1, 2, dan 3 (L)} &= 1.475 \text{ m} + 1.375 \text{ m} + 1.575 \text{ m} \\
 &= 4.425 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Lebar rata-rata (W)} = 110 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Q/A_s &= \frac{Q}{A_s} \\
 &= \frac{Q}{L \times W} \\
 &= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{4.425 \text{ m} \times 110 \text{ m}} \\
 &= 0,0000013 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{detik} \\
 &= 0,00468 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dengan nilai beban permukaan (Q/A_s) sebesar $0,00468 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$, maka bangunan *long storage* Kalimati memiliki performa pengendapan partikel diskret yang baik.

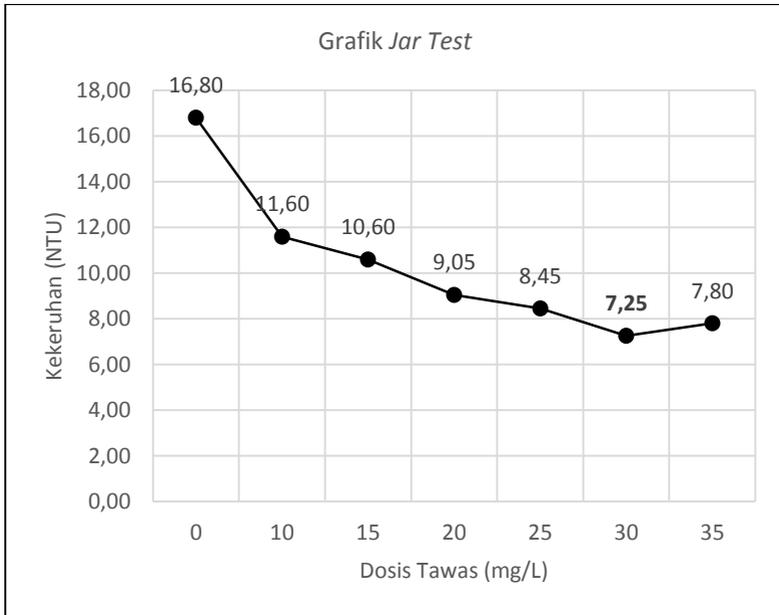
5.5 Alternatif Pengolahan Air

Di dalam Instalasi Pengolahan Air (IPA) terdiri dari rangkaian unit pengolahan air yang berfungsi untuk menyisihkan kandungan parameter dalam air baku yang belum memenuhi baku mutu air minum sehingga air yang terolah nantinya akan sesuai standar baku mutu. Dari hasil uji kualitas air baku di laboratorium pada Tabel 5.7, masih terdapat beberapa parameter yang masih di atas baku mutu air minum yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dari Tabel 5.7 menunjukkan bahwa terdapat tiga parameter yang belum memenuhi baku mutu kualitas air minum. Ketiga parameter itu yakni kekeruhan, pH, dan deterjen. Di mana untuk parameter kekeruhan dan pH diuji laboratorium kembali dengan metode *jar test* untuk menentukan dosis optimum koagulan. Metode *jar test* ini untuk menyimulasikan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi dalam pengolahan air. Dalam metode ini, koagulan yang digunakan yaitu tawas. Dosis penambahan tawas dibedakan menjadi beberapa konsentrasi kemudian dianalisis dengan metode *jar test* untuk menentukan dosis optimum koagulan tawas. Hasil uji *jar test* ditunjukkan dalam Tabel 5.10 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.10 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	10	15	20	25	30	35
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	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit
pH	8,70	8,10	7,70	7,70	7,60	7,50	7,30
Kekeruhan (NTU)	16,80	11,60	10,60	9,05	8,45	7,25	7,80

Sumber: Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan



Gambar 5.2 Grafik Hasil Uji Jar Test

Sumber: Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan

Dari Tabel 5.10 dan Gambar 5.2, disimpulkan bahwa dosis optimum koagulan tawas yang perlu ditambahkan yaitu sebesar 30 mg/L yaitu pada percobaan ke-6. Pada dosis koagulan tawas yang dibubuhkan sebesar 30 mg/L tersebut, nilai pH turun menjadi 7,50 dan nilai kekeruhan turun menjadi 7,25 NTU. Nilai pH 7,50 ini sudah memenuhi standar baku mutu kualitas air minum yaitu dengan rentang 6,5–8,5. Sedangkan nilai kekeruhan sebesar 7,25 masih melampaui baku mutu kualitas air minum untuk kekeruhan yaitu 5 NTU. Sehingga perlu direncanakan unit bangunan yang akan mengolah kekeruhan hingga di bawah baku mutu.

Alternatif pengolahan air baku menjadi air minum direncanakan terdapat unit koagulasi-flokulasi dan sedimentasi sesuai dengan percobaan *jar test*. Namun, juga direncanakan bangunan lain untuk mengolah parameter deterjen hingga memenuhi baku mutu dan sisa kekeruhan yang belum terolah di

proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Beberapa alternatif bangunan pengolahan untuk mengolah deterjen dan kekeruhan ada di Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Alternatif Pengolahan dan Efisiensi Removal

Parameter	Alternatif Pengolahan	Efisiensi Removal	Tipikal
Deterjen	Koagulasi-Flokulasi	66% ^a	66%
	Adsorpsi GAC	38,8%-50% ^b	45%
Kekeruhan	Filtrasi Pasir Cepat	90%-98% ^c	95%
	Filtrasi Pasir Lambat	90% ^d	90%

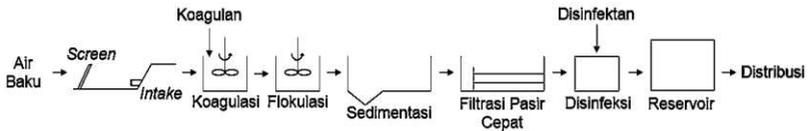
Sumber: ^a Zamora dkk. (2004)

^b Mahvi dkk. (2004)

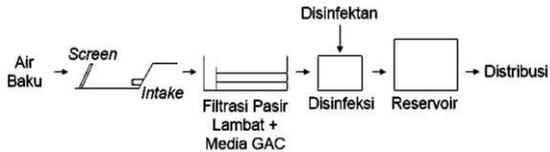
^c Masduqi dan Assomadi (2019)

^d Ojeda (1990)

Pada Tabel 5.12 menjelaskan bahwa parameter deterjen bisa diolah dengan menggunakan koagulasi-flokulasi dan adsorpsi dengan *Granular Activated Carbon* (GAC). Sedangkan parameter kekeruhan bisa diolah dengan sistem filtrasi dengan media pasir baik filtrasi pasir cepat maupun lambat. Untuk alternatif pengolahan dengan adsorpsi GAC menurut *American Water Works Association* dan *American Society of Civil Engineers* (2005), GAC dapat ditambahkan sebagai media filter pada filtrasi pasir lambat. Sehingga, untuk pengolahan dengan filtrasi pasir lambat direncanakan juga terjadi adsorpsi dengan GAC. Setelah itu, dibuat diagram alir dengan dua alternatif pengolahan. Dalam diagram alir mencakup juga bangunan penyadap air (*intake*), disinfeksi, dan reservoir. Namun untuk pengolahan dengan filtrasi pasir lambat, unit disinfeksi dilakukan secara klorinasi untuk menambah sisa klor sebab pada unit filtrasi pasir lambat sendiri menurut *Center of Disease Control and Prevention* (2012), filter pasir lambat dapat mereduksi sebanyak 99,98% protozoa, 90-99% bakteri, dan pengurangan virus yang bervariasi. Diagram alir alternatif pengolahan air 1 dan 2 ditunjukkan dalam Gambar 5.3 dan 5.4.



Gambar 5.3 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 1



Gambar 5.4 Diagram Alir Alternatif Pengolahan 2

Dari kedua alternatif pada Gambar 5.3 dan 5.4, lalu dibuat efisiensi penyisihan parameter mulai awal hingga akhir. Besar penyisihan untuk alternatif pengolahan 1 dan 2 yaitu berturut-turut pada Tabel 5.12 dan 5.13.

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Efisiensi Penyisihan Parameter Alternatif Pengolahan 1

Unit Bangunan		Parameter		
		pH	Kekeruhan	Deterjen
		mg/L	NTU	mg/L
<i>Intake</i>	Influen	8,70	16,80	0,07
Koagulasi-Flokulasi	Efisiensi Penyisihan (%)	-	-	66%
	Efluen	Sesuai <i>jar test</i>	Sesuai <i>jar test</i>	0,02
Sedimentasi	Efisiensi Penyisihan (%)	-	-	-
	Efluen	7,50	7,25	0,02
Filter Pasir Cepat	Efisiensi Penyisihan (%)	-	95%	-
	Efluen	7,50	0,36	0,02
Baku Mutu	Nilai	6,5-8,5	5	0,05
	Keterangan	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Efisiensi Penyisihan Parameter Alternatif Pengolahan 2

Unit Bangunan		Parameter		
		ph	Kekeruhan	Deterjen
		mg/L	NTU	mg/L
<i>Intake</i>	Influen	8,70	16,80	0,07
Filter Pasir Lambat + Media GAC	Efisiensi Penyisihan (%)	-	90%	45%
	Efluen	7,50	1,68	0,04
Baku Mutu	Nilai	6,5-8,5	5	0,05
	Keterangan	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

5.6 Lokasi Perencanaan

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas telah merencanakan lokasi di mana IPA akan dibangun. Lokasi IPA direncanakan berada di ujung timur kolam penampungan 3 di mana terbagi menjadi dua yaitu IPA Kabupaten Sidoarjo dan IPA Kabupaten Mojokerto.

Lokasi IPA direncanakan juga mengikuti dari pihak BBWS Brantas yakni berlokasi di koordinat 7,474811 derajat LS dan 112,553766 derajat BT. Luas IPA berdasarkan BBWS yaitu dengan luas 7.002 m². Lokasi IPA untuk Kabupaten Sidoarjo yaitu pada Gambar 5.5 yang dibatasi oleh garis merah. Sedangkan lokasi tanah kosong yang berada di selatannya merupakan lahan yang direncanakan untuk digunakan sebagai lokasi IPA Kabupaten Mojokerto karena *long storage* Kalimati sendiri terbelah menjadi dua wilayah yaitu wilayah utara milik Kabupaten Sidoarjo dan selatan milik Kabupaten Mojokerto. Gambar tampak satelit dari IPA pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Rencana Lahan untuk Lokasi IPA
Sumber: Google Earth

5.7 Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA)

Instalasi Pengolahan Air (IPA) direncanakan berdasarkan dua alternatif pengolahan air pada Subbab 5.5. Di mana kedua alternatif tersebut dianalisis tentang kelebihan dan kekurangannya. Kedua alternatif pengolahan dianalisis mengenai filter pasir cepat dan filter pasir lambat mana yang lebih sesuai untuk digunakan sebagai pengolahan air.

Kelebihan filter pasir cepat antara lain:

- Debit air hasil penyaringan lebih banyak
- Ukuran bed filter kecil
- Pencucian filter bisa dilakukan lebih mudah dengan cara mengangkat kotoran dan pasir dengan aliran balik (*backwash*)
- Waktu penyaringan cepat

Sedangkan kekurangan filter pasir cepat yaitu:

- Kurang efektif untuk mengatasi bau dan rasa yang ada pada air yang disaring
- Lapisan bakteri yang berguna untuk menghilangkan patogen tidak akan terbentuk sebaik apa yang terjadi di filter pasir lambat, sehingga akan membutuhkan proses disinfeksi

- Butuh banyak air untuk pencucian filter
Kelebihan filter pasir lambat antara lain:

- Biaya konstruksi rendah
- Rancangan dan pengoperasian lebih sederhana
- Tidak diperlukan tambahan bahan kimia
- Variasi kualitas air baku tidak terlalu mengganggu
- Tidak diperlukan banyak air untuk pencucian

Sedangkan kekurangan filter pasir lambat yaitu:

- Waktu penyaringan lama
- Ukuran bed filter besar
- Jika air baku mempunyai kekeruhan yang tinggi, beban filter menjadi besar, sehingga sering terjadi kebuntuan
- Pencucian filter dilakukan secara manual, yakni dengan cara mengeruk lapisan pasir bagian atas dan dicuci dengan air bersih, dan setelah bersih dimasukkan lagi ke dalam bak saringan seperti semula

Dari mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari filter pasir cepat dan lambat, maka dipilih filter pasir cepat sebagai unit pengolahan. Dasar pemilihan ini karena alasan utama yaitu lahan yang dibutuhkan oleh filter pasir cepat lebih kecil dibanding filter pasir lambat. Mengingat lahan untuk IPA juga tidak terlalu luas apabila digunakan filter pasir lambat. Sehingga pengolahan yang digunakan sesuai dengan alternatif pengolahan 1 yaitu pengolahan konvensional dengan urutan pengolahan meliputi *intake*, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filter pasir cepat, disinfeksi, dan reservoir.

5.7.1 Perencanaan Unit *Intake*

Intake merupakan bangunan penyadap air baku untuk dialirkan ke unit pengolahan. Bangunan *intake* yang direncanakan akan bisa menyadap air baku dari *long storage* Kalimati sesuai debit pengolahan yaitu 627 L/detik. *Intake* yang direncanakan berbentuk saluran terbuka sebab agar bisa memenuhi muka air minimum *long storage* apabila terjadi musim kemarau di mana

pintu air *long storage* ditutup. Di sebelum saluran direncanakan terdapat alat penyaring kotoran dan sampah yaitu *bar screen*. Kemudian di ujung saluran terdapat sebuah sumuran. Pada sumuran ini air dipompa untuk dialirkan ke unit pengolahan selanjutnya.

Perencanaan:

- Debit = 627 L/detik = 0,627 m³/detik
- Jenis = *intake* sumuran
- Jumlah unit = 1 unit
- Jumlah pompa = 4 pompa (3 beroperasi)
- Jenis pompa = pompa sentrifugal
- Kecepatan air di saluran = 2 m/detik
- Tinggi air di saluran = kedalaman air kolam 3 = 3,94 m
- Kedalaman sumuran = 1 m

Perhitungan:

❖ Saluran

- Panjang saluran rencana = 10 m
- Tinggi air (h) = 3,94 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran (n) = 0,014 (beton halus)
- Kemiringan saluran (S) = 3:1.000 = 0,003
- Kecepatan aliran (v) = 2 m/detik
- Jari-jari hidrolis

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

$$2 \text{ m/detik} = \frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$R^{2/3} = \frac{2 \text{ m/detik} \times 0,014}{0,003^{1/2}}$$

$$R = 0,4466 \text{ m}$$

- Lebar saluran (l)

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

$$0,4466 \text{ m} = \frac{l \times 3,94 \text{ m}}{2 \times 3,94 \text{ m} + l}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

- *Freeboard* = tinggi muka air ke tanah = 1,56 m

❖ *Bar Screen*

- Lebar batang (w) = 5 mm
- Kemiringan batang (α) = 30° dari vertikal
- Jarak antarbatang (b) = 25 mm
- Jenis batang = bentuk bulat
- Faktor bentuk batang (β) = 1,79
- Lebar *bar screen* (L_{screen}) = 1 m
- Tinggi *bar screen* = 3,94 m + 1 m = 4,94 m
- Jumlah batang (n) = $\frac{L_{\text{screen}} - b}{b + w}$
 $= \frac{1.000 \text{ mm} - 25 \text{ mm}}{25 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}$
 $= 32,5$
 ≈ 33 buah
- Jumlah jarak antarbatang (N) = $n + 1$
 $= 33 + 1$
 $= 34$ buah
- Lebar bersih (w_s) = $L_{\text{screen}} - n \times w$
 $= 1.000 \text{ mm} - 33 \times 10 \text{ mm}$
 $= 670 \text{ mm}$
- Jarak bersih antarbatang = $\frac{w_s}{N}$
 $= \frac{670 \text{ mm}}{34}$
 $= 19,7 \text{ mm}$
 $\approx 2 \text{ cm}$
- Jarak antartengah batang (1 *screen*)
 $= b + 0,5 \times w \times 2$
 $= 2 \text{ cm} + 0,5 \times 0,5 \times 2$
 $= 2,5 \text{ cm}$
- Kecepatan melalui *screen* (v_{sc}) = $\frac{Q}{A \text{ bukaan bersih}}$
 $= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{3,94 \text{ m} \times 0,67 \text{ m}}$
 $= 0,24 \text{ m/detik}$
- *Headloss* melalui *screen* ($H_f \text{ screen}$)
 $= \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{4/3} \times hv \times \sin \alpha$
 $= 1,79 \times \left(\frac{0,005}{0,025}\right)^{4/3} \times \frac{0,24^2}{2 \times 9,81} \times \sin 30^\circ$
 $= 0,0003 \text{ m}$

- Panjang batang terendam (L_s) = $\frac{h}{\sin \theta}$
 $= \frac{3,94 \text{ m}}{\sin 60^\circ}$
 $= 4,55 \text{ m}$
- Kecepatan aliran saat *clogging* 50% (v_s)
 $= \frac{Q}{0,5 w_s \times L_s}$
 $= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,5 \times 0,67 \text{ m} \times 4,55 \text{ m}}$
 $= 0,41 \text{ m/detik}$
- *Headloss* saat *clogging* 50% (H_{50})
 $= \frac{(v_s')^2 - (v_s)^2}{2 \times g \times 0,7}$
 $= \frac{0,41 \text{ m/detik} - 0,24 \text{ m/detik}}{2 \times 9,81 \times 0,7}$
 $= 0,012 \text{ m}$
 $= 1,2 \text{ cm}$

❖ Pipa Hisap (*Suction*)

- Jumlah pipa = 1 buah
- Kecepatan aliran (v) = 1,5 m/detik
- Panjang (L) = 6 m
- Jenis pipa = pipa galvanis
- Tinggi pipa dari dasar sumuran = 1 m
- Debit pengambilan = 0,627 m³/detik
- Luas penampang (A) = $\frac{Q}{v}$
 $= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,5 \text{ m/detik}}$
 $= 0,418 \text{ m}^2$
- Diameter pipa (D) = $\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
 $= \sqrt{\frac{4 \times 0,418 \text{ m}^2}{\pi}}$
 $= 0,72 \text{ m}$
 $= 720 \text{ mm}$

Pipa yang digunakan yaitu dengan diameter pasaran 600 mm.

- Cek kecepatan (v_{cek}) = $\frac{Q}{0,25 \times \pi \times D^2}$

$$= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,25 \times \pi \times 0,6^2}$$

$$= 2,2 \text{ m/detik (0,6 – 2,5 m/detik)}$$

- $Headloss (H_f) = \frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$

$$= \frac{10,67 \times (0,627 \text{ m}^3/\text{detik})^{1,85} \times 6 \text{ m}}{120^{1,85} \times (0,6 \text{ m})^{4,87}}$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

❖ Pipa Pembagi

- Jumlah pipa = 4 buah (3 beroperasi)
- Kecepatan aliran (v) = 1,5 m/detik
- Panjang (L) = 15 m
- Jenis pipa = pipa galvanis
- Debit : 3 = 0,209 m³/detik
- Luas penampang (A) = $\frac{Q}{v}$

$$= \frac{0,209 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,5 \text{ m/detik}}$$

$$= 0,139 \text{ m}^2$$
- Diameter pipa (D) = $\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,139 \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

$$= 420 \text{ mm}$$

Pipa yang digunakan yaitu dengan diameter pasaran 400 mm.

- Cek kecepatan (v_{cek}) = $\frac{Q}{0,25 \times \pi \times D^2}$

$$= \frac{0,209 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,25 \times \pi \times 0,4^2}$$

$$= 1,66 \text{ m/detik (0,6 – 2,5 m/detik)}$$
- $Headloss (H_f) = \frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$

$$= \frac{10,67 \times (0,209 \text{ m}^3/\text{detik})^{1,85} \times 15 \text{ m}}{120^{1,85} \times (0,4 \text{ m})^{4,87}}$$

$$= 0,11 \text{ m}$$

❖ Sumuran

- Debit (Q) = 0,627 m³/detik

- Jumlah = 1 unit
 - Jenis = beton
 - Waktu detensi (td) = 15 menit (Balitbang PU, 2013)
= 900 detik
 - Volume sumuran (V) = Q × td
= 0,627 m³/detik × 900 detik
= 564,3 m³
 - Kedalaman (H) = 3 m
 - Panjang : lebar = 1 : 1
 - Panjang (L) = $\sqrt{\frac{V}{H}}$
= $\sqrt{\frac{564,3 \text{ m}^3}{3 \text{ m}}}$
= 14 m
 - Jarak mulut pipa ke dasar sumuran = 1 m
- ❖ Pipa Pembawa
- Panjang (L) = 34,4 m
 - Diameter (D) = 400 mm
 - *Headloss* (H_f) = $\frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$
= $\frac{10,67 \times (0,209 \text{ m}^3/\text{detik})^{1,85} \times 34,4 \text{ m}}{120^{1,85} \times (0,4 \text{ m})^{4,87}}$
= 0,25 m
- ❖ Pompa
- Jenis = pompa sentrifugal
 - Diameter inlet = 16 inch
 - Diameter outlet = 16 inch
 - Panjang pompa = 2 m
 - Lebar pompa = 1 m
 - Head *lift* = 5–600 m
 - Head pompa
= H_f + H_{suction} + H_{discharge} + sisa tekan
= 0,29 m + 6 m + 3,5 m + 2 m
= 11,79 m

5.7.2 Perencanaan Unit Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus, dengan suatu koagulan, sehingga akan terbentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan. Sebelum dilakukan pengadukan cepat di unit koagulasi, terjadi pembubuhan koagulan terlebih dahulu. Unit koagulasi yang direncanakan yaitu dengan sistem pengadukan hidrolis dengan terjunan. Kemudian juga direncanakan sistem pembubuhan koagulan. Pengadukan koagulan direncanakan dilakukan di dalam bak pelarut koagulan dengan cara mekanis menggunakan *paddle impeller*. Selanjutnya, koagulan yang tercampur dibubuhkan sebelum terjunan.

Perencanaan:

- Jumlah unit = 2 unit
- Debit = 0,627 m³/detik
- Debit per bak = 0,627 m³/detik : 2 bak = 0,3135 m³/detik
- Waktu detensi (td) = 5 detik
- Gradien kecepatan (G) > 750 detik⁻¹
- Jenis koagulan yang digunakan = tawas

Perhitungan:

❖ Saluran Inlet

- Panjang saluran rencana = 5 m
- Tinggi air (h) = 0,8 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran (n) = 0,014 (beton halus)
- Kemiringan saluran (S) = 1:1.000 = 0,001
- Kecepatan aliran (v) = 1 m/detik
- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned}v &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\1 \text{ m/detik} &= \frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,001^{1/2} \\R^{2/3} &= \frac{1 \text{ m/detik} \times 0,014}{0,001^{1/2}} \\R &= 0,2946 \text{ m}\end{aligned}$$

- Lebar saluran (l)

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{l \times h}{2 \times h + l} \\
 0,2946 \text{ m} &= \frac{l \times 0,8 \text{ m}}{2 \times 0,8 \text{ m} + l} \\
 l &= 0,932 \text{ m} \\
 l &\approx 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Freeboard* = 0,3 m

❖ Pelimpah (*weir*)

- Debit (Q) = 0,3135 m³/detik
- Bentuk = segiempat
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Lebar *weir* (b) = lebar saluran = 1 m
- Tinggi air pada *weir* (h)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{Q \times 3}{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}} \\
 &= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{0,3135 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2 \times 1 \text{ m}}}} \\
 &= 0,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tinggi *weir* = tinggi air di saluran - tinggi air pada *weir*
= 0,8 m - 0,3 m
= 0,5 m

❖ Bak Koagulasi

- Gradien kecepatan (G) = 900 detik⁻¹
- Waktu detensi (td) = 5 detik
- G × td = 900 detik⁻¹ × 5 detik
= 4.500
- Percepatan gravitasi (g) = 9,81 m/detik²
- Viskositas kinematis (ν) = 0,9186 × 10⁻⁶ m²/detik
- Tinggi terjunan (H):

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \times V}}$$

dengan mensubstitusi P = Q × ρ × g × h, maka

$$G = \sqrt{\frac{Q \times \rho \times g \times h}{\mu \times V}}$$

dengan, $\frac{h}{\rho} = v$ dan $\frac{V}{Q} = td$, maka

$$G = \sqrt{\frac{g \times H}{v \times td}}$$

$$900 = \sqrt{\frac{9,81 \times H}{0,9186 \times 10^{-6} \times 5}}$$

$$H = 0,379 \text{ m}$$

$$\approx 0,4 \text{ m}$$

- Cek gradien kecepatan (G_{cek}) = $\sqrt{\frac{g \times H}{\nu \times td}}$
 = $\sqrt{\frac{9,81 \times 0,4}{0,9186 \times 10^{-6} \times 5}}$
 = $924,3 \text{ detik}^{-1} (>750)$

- Volume (V) = $Q \times td$
 = $0,3135 \text{ m}^3/\text{detik} \times 5 \text{ detik}$
 = $1,5675 \text{ m}^3$

- Tinggi air (t) = 1 m

- Panjang (p) : lebar (l) = 2 : 1

- Lebar (l) = $\sqrt{\frac{V}{2t}}$
 = $\sqrt{\frac{1,5675 \text{ m}^3}{2 \times 1 \text{ m}}}$
 = $0,89 \text{ m}$
 $\approx 1 \text{ m}$

- Panjang (p) = $2 \times 1 \text{ m}$
 = 2 m

❖ **Kebutuhan Koagulan**

- Jenis koagulan = tawas
- Dosis koagulan optimum hasil uji *jar test* = 30 mg/L
- Densitas tawas (ρ) = 1,096 kg/L
- Kadar tawas dalam larutan = 5%
- Kadar air dalam larutan = 95%
- Kebutuhan tawas = $Q \times \text{dosis optimum}$
 = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik} \times 30 \text{ mg/L}$
 = 1.625,18 kg/hari
- Kebutuhan tawas kadar 60% = 1.625,18 kg/hari : 60%
 = 2.708,63 kg/hari
- Volume tawas = $\frac{\text{kebutuhan tawas kadar 60\%}}{\rho}$
 = $\frac{2.708,63 \text{ kg/hari}}{1,096 \text{ kg/L}}$
 = 2.471,4 L/hari

- Volume air pelarut $= \frac{95\%}{5\%} \times 2.471,4 \text{ L/hari}$
 $= 46.956,2 \text{ L/hari}$
 - Volume larutan total
 $= \text{volume tawas} + \text{volume air}$
 $= 2.471,4 \text{ L/hari} + 46.956,23 \text{ L/hari}$
 $= 49.427,6 \text{ L/hari}$
 $\approx 50.000 \text{ L/hari}$
 - Debit pembubuhan $= 50 \text{ m}^3/\text{hari} : 86.400 \text{ detik}$
 $= 0,006 \text{ m}^3/\text{detik}$
- ❖ Bak Pelarut Koagulan
- Periode pelarutan tawas $= 8 \text{ jam sekali}$
 - Jumlah bak $= 2 \text{ bak}$
 - Bentuk bak $= \text{silinder}$
 - Kedalaman bak (h) $= 2 \text{ m}$
 - Volume bak (V)
 $= \text{volume larutan total} \times \text{periode} : 2 \text{ bak}$
 $= 50 \text{ m}^3/\text{hari} \times \frac{8 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} : 2 \text{ bak}$
 $= 8,33 \text{ m}^3$
 $\approx 9 \text{ m}^3$
 - Luas bak $= \frac{V}{h}$
 $= \frac{9 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$
 $= 4,5 \text{ m}^2$
 - Diameter bak (D) $= \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
 $= \sqrt{\frac{4 \times 4,5 \text{ m}^2}{\pi}}$
 $= 2,39 \text{ m}$
 $\approx 2,5 \text{ m}$
 - *Freeboard* $= 0,5 \text{ m}$
- ❖ Pengadukan koagulan
- Jenis pengadukan $= \text{mekanis}$
 - Pengaduk $= \text{paddle impeller}$
 - Kecepatan putaran (n) $= 150 \text{ rpm}$
 $= 2,5 \text{ rps}$
 - Jenis *paddle* $= \text{flat paddle 2 blades, single paddle}$
 - D_t/W_t $= 4$

- Konstanta *impeller* (K_t) = 2,25
- Gradien kecepatan (G) = 500 detik⁻¹
- Efisiensi motor (η) = 80%
- Daya motor untuk menggerakkan *impeller* (P)

$$= \frac{G^2 \times \mu \times V}{\eta}$$

$$= \frac{500^2 \times 0,9161 \times 10^{-3} \times 9}{80\%}$$

$$= 2.576,5 \text{ kg.m/detik}$$

- Diameter *paddle impeller* (D_t):

$$P = \frac{K_t^2 \times n^3 \times D_t^5 \times \gamma}{g}$$

$$2.576,5 = \frac{2,25^2 \times 2,5^3 \times D_t^5 \times 980}{9,81}$$

$$D_t = 0,8 \text{ m}$$

- Lebar *paddle impeller* (W_t)

$$\frac{D_t}{W_t} = 4$$

$$W_t = \frac{D_t}{4}$$

$$= \frac{0,8 \text{ m}}{4}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

- Jarak *paddle* dari dasar bak = $0,5 \times D_t$
= $0,5 \times 0,8$
= $0,4 \text{ m}$

- Bilangan Reynold (N_{Re}) = $\frac{D_t^2 \times n \times \gamma}{\mu}$
= $\frac{0,8^2 \times 2,5 \times 980}{0,9161 \times 10^{-3}}$
= 1.711.603 (memenuhi >10.000)

❖ Pipa Pembubuh Koagulan

- Jenis pipa = PVC
- Aliran = gravitasi
- Sistem pembubuhan = *orifice* pipa
- Debit pembubuhan (Q) = $0,006 \text{ m}^3/\text{detik} : 2$
= $0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Kecepatan dalam pipa (v) = $1,5 \text{ m/detik}$
- Luas penampang (A) = $\frac{Q}{v}$

$$= \frac{0,003 \text{ m}^3/\text{detik}}{1 \text{ m/detik}}$$

$$= 0,003 \text{ m}^2$$

- Diameter pipa (D) = $\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
 = $\sqrt{\frac{4 \times 0,003 \text{ m}^2}{\pi}}$
 = 0,062 m
 ≈ 6,25 cm atau 2,5 inch

- Kecepatan pada *orifice* (v_{orifice}) = 1 m/detik
- Luas *orifice* total (A_{orifice}) = $\frac{A \times v}{v_{\text{orifice}}}$
 = $\frac{0,003 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m/detik}}{1 \text{ m/detik}}$
 = 0,0045 m²

- Jumlah *orifice* = 10 lubang
- Luas per *orifice* = 0,0045 m² : 10
 = 0,00045 m²

- Diameter *orifice* = $\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
 = $\sqrt{\frac{4 \times 0,00045 \text{ m}^2}{\pi}}$
 = 0,024 m
 = 2,5 cm

- Panjang pipa = lebar saluran = 1 m
- Jarak antar *orifice* = 5 cm

❖ Saluran Outlet

- Panjang saluran rencana = 5 m
- Tinggi air (h) = 1 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran (n) = 0,015 (beton halus)
- Kemiringan saluran (S) = 1:1.000 = 0,001
- Kecepatan aliran (v) = 1 m/detik
- Jari-jari hidrolis

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

$$1 \text{ m/detik} = \frac{1}{0,015} \times R^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$R^{2/3} = \frac{1 \text{ m/detik} \times 0,015}{0,001^{1/2}}$$

- $$R = 0,3267 \text{ m}$$
- Lebar saluran (l)
 - $$R = \frac{l \times h}{2 \times h + l}$$
 - $$0,3267 \text{ m} = \frac{l \times 1 \text{ m}}{2 \times 1 \text{ m} + l}$$
 - $$l = 0,97 \text{ m}$$
 - $$l \approx 1 \text{ m}$$
 - *Freeboard* = 0,5 m
- ❖ Pelimpah (*weir*) pada bak koagulasi
 - Debit (Q) = 0,3135 m³/detik
 - Bentuk = segiempat
 - Koefisien debit (C_d) = 0,6
 - Lebar *weir* (b) = lebar saluran = 1 m
 - Tinggi air pada *weir* (h)
 - $$= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{Q \times 3}{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}}$$
 - $$= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{0,3135 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2 \times 1 \text{ m}}}}$$
 - $$= 0,58 \text{ m}$$
 - Tinggi *weir* = tinggi air di saluran - tinggi air pada *weir*
 - = 1 m - 0,58 m
 - = 0,42 m

5.7.3 Perencanaan Unit Flokulasi

Flokulasi adalah proses pembentukan flok pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel yang goyah sehingga meningkatkan penyatuannya (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 dengan 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*). Di unit flokulasi proses yang terjadi yaitu pengadukan lambat. Unit flokulasi yang direncanakan yaitu

dengan sistem hidrolis dengan kanal bersekat (*baffled channel*). Unit flokulasi direncanakan terdiri dari 3 buah kompartemen. Selain itu, unit flokulasi rencananya akan terhubung langsung dengan unit koagulasi.

Perencanaan:

- Jumlah unit = 2 unit
- Jenis pengadukan = hidrolis
- Bentuk bangunan = kanal bersekat (*baffled channel*)
- Debit = 0,627 m³/detik
- Debit per bak = 0,3135 m³/detik
- Jumlah kompartemen = 3 buah
- Waktu detensi (td) = 30 menit = 1.800 detik
- td tiap kompartemen = 10 menit
- Kecepatan maksimum (v_{maks}) = 0,9 m/detik
- Panjang flokulator (L) = 15 m
- Suhu air (T) = 24°C
- Densitas air (ρ) = 0,99733 gram/cm³
- Viskositas absolut (μ) = 0,9161 × 10⁻³ N.detik/m²
- Viskositas kinematis (ν) = 0,9186 × 10⁻⁶ m²/detik
- Koefisien kekasaran (f) = 0,3
- G kompartemen 1 = 60 detik⁻¹
- G kompartemen 2 = 40 detik⁻¹
- G kompartemen 3 = 25 detik⁻¹
- Kedalaman kanal (H) = 1 m

Perhitungan:

- ❖ Saluran Inlet
 - Saluran inlet unit flokulasi direncanakan terintegrasi dengan saluran outlet bak koagulasi
- ❖ Flokulator
 - Total volume flokulator (V)

$$= Q \times td$$

$$= 0,3135 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1.800 \text{ detik}$$

$$= 564,3 \text{ m}^3$$
 - Total lebar flokulator (W) = $\frac{V}{L \times H}$

$$\begin{aligned}
&= \frac{564,3 \text{ m}^3}{15 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \\
&= 18,8 \text{ m} \\
&\approx 18 \text{ m} \\
&= W : 3 \\
&= 18 \text{ m} : 3 \\
&= 6 \text{ m}
\end{aligned}$$

- Lebar tiap kompartemen

- *Freeboard* = 0,5 m

❖ Kompartemen 1

- $G = 60 \text{ detik}^{-1}$
- Waktu detensi (td) = 10 menit = 600 detik
- Tinggi air (H) = 1 m
- Jumlah sekat (n)

$$\begin{aligned}
&= \left\{ \left[\frac{2 \times \mu \times t}{\rho (1,44 + f)} \right] \left[\frac{H \times L \times G}{Q} \right]^2 \right\}^{1/3} \\
&= \left\{ \left[\frac{2 \times 0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 (1,44 + 0,3)} \right] \left[\frac{1 \times 15 \times 60}{0,3135} \right]^2 \right\}^{1/3} \\
&= 17,29 \\
&\approx 18 \text{ sekat}
\end{aligned}$$

- Jumlah kanal (n+1) = 19 kanal
- Jarak antarsekat (w) = L : (n+1)
= 15 : 19
= 0,79 m

- *Headloss* (h) = $\frac{\mu \times t}{\rho \times g} \times G^2$
= $\frac{0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 \times 9,81} \times 60^2$
= 0,202 m

❖ Kompartemen 2

- $G = 40 \text{ detik}^{-1}$
- Waktu detensi (td) = 10 menit = 600 detik
- Tinggi air (H) = 1 m - 0,202 m
= 0,798 m
- Jumlah sekat (n)

$$\begin{aligned}
&= \left\{ \left[\frac{2 \times \mu \times t}{\rho (1,44 + f)} \right] \left[\frac{H \times L \times G}{Q} \right]^2 \right\}^{1/3} \\
&= \left\{ \left[\frac{2 \times 0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 (1,44 + 0,3)} \right] \left[\frac{0,798 \times 15 \times 40}{0,3135} \right]^2 \right\}^{1/3}
\end{aligned}$$

$$= 11,4$$

$$\approx 12 \text{ sekat}$$

- Jumlah kanal (n+1) = 13 kanal
- Jarak antarsekat (w) = L : (n+1)
= 15 : 13
= 1,15 m
- *Headloss* (h) = $\frac{\mu \times t}{\rho \times g} \times G^2$
= $\frac{0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 \times 9,81} \times 40^2$
= 0,089 m

❖ Kompartemen 3

- G = 25 detik⁻¹
- Waktu detensi (td) = 10 menit = 600 detik
- Tinggi air (H) = 0,798 m - 0,089 m
= 0,709 m
- Jumlah sekat (n)

$$= \left\{ \left[\frac{2 \times \mu \times t}{\rho (1,44 + f)} \right] \left[\frac{H \times L \times G}{Q} \right]^2 \right\}^{1/3}$$

$$= \left\{ \left[\frac{2 \times 0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 (1,44 + 0,3)} \right] \left[\frac{0,709 \times 15 \times 25}{0,3135} \right]^2 \right\}^{1/3}$$

$$= 7,7$$

$$\approx 8 \text{ sekat}$$

- Jumlah kanal (n+1) = 9 kanal
- Jarak antarsekat (w) = L : (n+1)
= 15 : 9
= 1,67 m
- *Headloss* (h) = $\frac{\mu \times t}{\rho \times g} \times G^2$
= $\frac{0,9161 \times 10^{-3} \times 600}{997,33 \times 9,81} \times 25^2$
= 0,035 m

❖ Saluran outlet

- Panjang saluran rencana = 3 m
- Tinggi air (h) = 1,5 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran (n) = 0,014 (beton halus)
- Kemiringan saluran (S) = 1:200 = 0,005
- Kecepatan aliran (v) = 1 m/detik

- Jari-jari hidrolis

v	$= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
1 m/detik	$= \frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,005^{1/2}$
$R^{2/3}$	$= \frac{1 \text{ m/detik} \times 0,014}{0,005^{1/2}}$
R	$= 0,1751 \text{ m}$
- Lebar saluran (l)

R	$= \frac{l \times h}{2 \times h + l}$
0,1751 m	$= \frac{l \times 1,5 \text{ m}}{2 \times 1,5 \text{ m} + l}$
l	$= 0,39 \text{ m}$
l	$\approx 0,4 \text{ m}$
- *Freeboard* $= 0,3 \text{ m}$

5.7.4 Perencanaan Unit Sedimentasi

Pada unit sedimentasi terjadi proses pengendapan flok yang telah terbentuk pada proses flokulasi akibat gaya gravitasi. Suatu bak sedimentasi secara ideal dengan proses kontinu dibagi menjadi empat daerah (*zone*), yaitu:

1. Zona masuk/inlet (*inlet zone*) yang berfungsi untuk mendistribusikan aliran secara merata menuju ke bak sedimentasi dan menyebarkan kecepatan aliran yang baru masuk.
2. Zona pengendapan (*settling zone*) yang berfungsi untuk mengalirkan air secara pelan horizontal ke arah outlet dan di dalam zona ini terjadi proses pengendapan.
3. Zona lumpur (*sludge zone*) yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan partikel – partikel yang terendapkan dan juga tempat pengeluaran lumpur.
4. Zona pengeluaran air/outlet (*outlet zone*), berfungsi tempat keluaran air yang telah bersih dari proses pengendapan melalui pelimpah.

Bak sedimentasi yang direncanakan berbentuk persegi dengan aliran horizontal. Di mana kebutuhan akan *settler* bergantung pada nilai bilangan Reynold dan Froude.

Perencanaan:

- Jumlah unit = 4 unit bak
- Jenis bangunan = bak aliran horizontal
- Bentuk bangunan = persegi
- Debit = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Debit per bak = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik} : 4$
= $0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Panjang (L) : lebar (W) = 4 : 1
- Beban permukaan (Q/A_s) = $0,8 - 2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$
- Waktu detensi (td) = 1,5 jam
- Beban pelimpah (WLR) = $10 \text{ m}^3/\text{m}/\text{jam}$
- Bilangan Reynold (NRe) < 2.000
- Bilangan Froude (NFr) > 10^{-5}

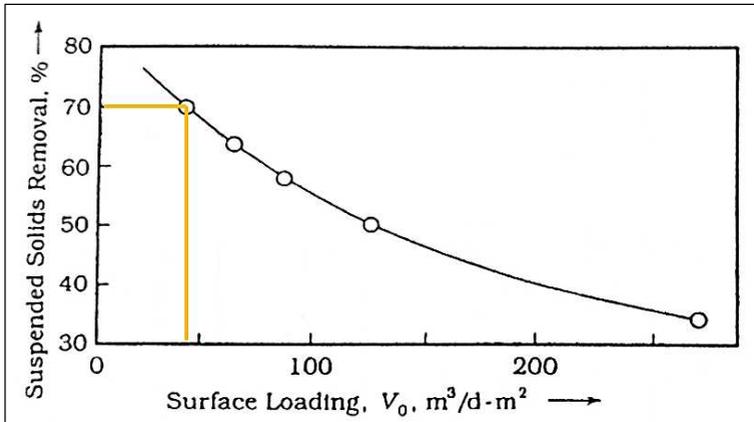
Perhitungan:

a. Zona Pengendapan

❖ Dimensi

- Debit per bak = $0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Panjang (L) : lebar (W) = 4 : 1
- Waktu detensi (td) = 1,5 jam = 5.400 detik
- Performa bak = *good performance*
- Efisiensi penyisihan = 70%

Analisis pengendapan partikel flokulen dicari tidak melalui data hasil percobaan laboratorium, namun mengikuti referensi. Kemudian dicari nilai beban permukaan (*surface loading*) dari nilai efisiensi penyisihan partikel padatan tersuspensi (*suspended solids removal*) sebesar 70% dengan menggunakan kurva hubungan *suspended solids removal* dengan *surface loading* pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Kurva Hubungan *Suspended Solids Removal* dengan *Surface Loading*

Sumber: Reynolds dan Richards (1996)

- Beban permukaan (v_0 atau Q/A_s)
 - = $43 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$
 - = $1,8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$
 - = $0,0005 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{detik}$
- Luas permukaan bak (A_s)
 - = $\frac{Q}{v_0}$
 - = $\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,0005 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{detik}}$
 - = $313,5 \text{ m}^2$
- Lebar bak (W)
 - = $\sqrt{\frac{A_s}{4}}$
 - = $\sqrt{\frac{313,5 \text{ m}^2}{4}}$
 - = $8,85 \text{ m}$
 - $\approx 9 \text{ m}$
- Panjang (L) = $4 \times 9 \text{ m} = 36 \text{ m}$
- Volume bak (V)
 - = $Q \times t_d$
 - = $0,15675 \text{ m}^3/\text{detik} \times 5.400 \text{ detik}$
 - = $846,5 \text{ m}^3$
- Kedalaman bak (H)
 - = $\frac{V}{L \times W}$

- $$= \frac{846,5 \text{ m}^3}{36 \text{ m} \times 9 \text{ m}}$$

$$= 2,6 \text{ m}$$

$$\approx 3 \text{ m}$$
- Kemiringan dasar = 0,05
- *Freeboard* = 0,5 m
- Cek waktu detensi (td cek)

$$= \frac{L \times W \times H}{Q}$$

$$= \frac{36 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$= 6.200 \text{ detik}$$

$$= 1,72 \text{ jam (1,5 – 3 jam)}$$
- Kecepatan horizontal (v_h)

$$= \frac{L}{td}$$

$$= \frac{36 \text{ m}}{6.200 \text{ detik}}$$

$$= 0,0058 \text{ m/detik}$$
- Jari-jari hidrolis (R)

$$= \frac{W \times H}{2H + W}$$

$$= \frac{9 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{2 \times 3 \text{ m} + 9}$$

$$= 1,8 \text{ m}$$
- Viskositas kinematis (ν) = $0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$
- Cek bilangan Reynold (N_{Re})

$$= \frac{v_h \times R}{\nu}$$

$$= \frac{0,0058 \text{ m/detik} \times 1,8 \text{ m}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$= 11.365,12 \quad (> 2.000, \text{ tidak memenuhi})$$
- Cek bilangan Froude (N_{Fr})

$$= \frac{v_h^2}{g \times R}$$

$$= \frac{(0,0058 \text{ m/detik})^2}{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 1,8 \text{ m}}$$

$$= 1,9 \times 10^{-6} \quad (< 10^{-5}, \text{ tidak memenuhi})$$

Karena nilai N_{Re} dan N_{Fr} tidak memenuhi kriteria desain maka digunakan *settler* yaitu jenis *plate settler* untuk memperbaiki kinerja dari bak sedimentasi tersebut sehingga membuat aliran yang awalnya turbulen menjadi laminar. Penggunaan *plate settler* ini juga bertujuan untuk memperluas bidang pengendapan sehingga pengendapan bisa berjalan dengan maksimal.

❖ *Plate Settler*

- Sudut kemiringan *plate* (α) = 60°
- Jarak antar *plate settler* (w) = 10 cm
- Tebal *plate* (t) = 1 cm = 0,01 m
- Kecepatan pengendapan (v_s) = 5×10^{-4} m/detik
- Tinggi tegak *settler* = 2 m
- Tinggi miring *settler* sudut 60° (h) = 2 m : $\sin 60^\circ$
= 1,73 m

- Luas permukaan bak ter-cover modul *plate settler* (A)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q}{v_s} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha} \\
 &= \frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{5 \times 10^{-4} \text{ m/detik}} \times \frac{0,1 \text{ m}}{1,73 \text{ m} \cos 60^\circ + 0,1 \text{ m} \cos^2 60^\circ} \\
 &= 35,22 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Kecepatan horizontal (v_h) = $\frac{Q}{A \sin \alpha}$
= $\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{35,22 \text{ m}^2 \times \sin 60^\circ}$
= 0,0051 m/detik

- Debit celah *settler* (Q_{celah})
= $v_h \times w \times W$
= $0,0051 \text{ m/detik} \times 0,1 \text{ m} \times 9 \text{ m}$
= $0,0046 \text{ m}^3/\text{detik}$

- Jumlah celah *settler* (N) = $\frac{Q}{Q_{\text{celah}}}$
= $\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,0046 \text{ m}^3/\text{detik}}$
= 34,07
 ≈ 34 buah

- Jumlah *plate settler* ($N+1$) = 35 buah

- Panjang zona *plate settler*
= $(N \times w : \sin \alpha) + [(N+1) \times t : \sin \alpha]$
= $(34 \times 0,1 \text{ m} : \sin 60^\circ) + (35 \times 0,01 \text{ m} : \sin 60^\circ)$
= 4,33 m
 $\approx 4,4$ m

- Jari-jari hidrolis (R) = $\frac{w^2}{4 \times w}$
= $\frac{0,1^2}{4 \times 0,1}$
= 0,025 m

- Cek bilangan Reynold (N_{Re})

$$= \frac{v_h \times R}{\nu}$$

$$= \frac{0,0051 \text{ m/detik} \times 0,025 \text{ m}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$= 138,8 (< 2.000, \text{ memenuhi})$$
- Cek bilangan Froude (N_{Fr})

$$= \frac{v_h^2}{g \times R}$$

$$= \frac{(0,0051 \text{ m/detik})^2}{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,025 \text{ m}}$$

$$= 1,06 \times 10^{-4} (> 10^{-5}, \text{ memenuhi})$$

b. Zona Inlet

❖ Saluran Inlet

- Debit (Q) = 0,627 m³/detik
- Lebar (W) = lebar 4 bak = 36 m
- Panjang (P) = 2 m
- Kedalaman air (H) = 0,5 m
- *Freeboard* = 0,5 m

❖ Pintu Air

- Jumlah pintu air = 4 buah
- Lebar pintu rencana (b) = 1 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Debit per pintu air = 0,627 m³/detik : 4
= 0,15675 m³/detik

- Tinggi bukaan pintu air (h)

$$= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{Q \times 3}{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}}$$

$$= \frac{3}{2} \sqrt{\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2 \times 1 \text{ m}}}}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

c. Zona Lumpur

❖ Volume Lumpur

- Debit per bak = 0,15675 m³/detik
- Kekeruhan = 16,80 NTU
- Konversi NTU – mg/L (Alberta Transportation's Turbidity)
= 0,34216 × 16,80 NTU
= 57,48 mg/L

- *Specific gravity* partikel (S_g) = 2.650 kg/m³
- Efisiensi penyisihan = 70%
- Berat lumpur kekeruhan tersisihkan (W)
 = 0,15675 m³/detik × 57,48 mg/L × 70%
 = 0,0063 kg/detik
 = 544,32 kg/hari
- Kadar padatan = 5%
- Kadar air = 95%
- Densitas air (ρ) = 997,33 kg/m³
- Densitas lumpur (ρ_s):

$$\frac{1}{\rho_s} = \frac{5\%}{2.650} + \frac{95\%}{997,33}$$

$$\frac{1}{\rho_s} = 0,00097$$

$$\rho_s = 1.029,4 \text{ kg/m}^3$$
- Volume lumpur (V) = $\frac{W}{5\% \times \rho_s}$
 = $\frac{544,32 \text{ kg/hari}}{5\% \times 1.029,4 \text{ kg/m}^3}$
 = 10,6 m³/hari

❖ Dimensi

- Bentuk ruang lumpur = limas terpancung
- Panjang permukaan (L_1) = 3 m
- Lebar permukaan (W_1) = 9 m
- Panjang dasar (L_2) = 1 m
- Lebar dasar (W_2) = 7 m
- Kedalaman (H) = 0,5 m
- Luas permukaan (A_1) = 3 m × 9 m
 = 27 m²
- Luas permukaan (A_2) = 1 m × 7 m
 = 7 m²
- Volume (V) = $\frac{1}{3} \times H \times (A_1 + \sqrt{A_1 \times A_2} + A_2)$
 = $\frac{1}{3} \times 0,5 \times (27 + \sqrt{27 \times 7} + 7)$
 = 7,96 m³
- Periode antar pengurasan lumpur
 = 7,96 m³ : 10,6 m³/hari
 = 0,75 hari
 = 18 jam (memenuhi 12 – 24 jam)

d. Zona Outlet

❖ *Weir dan Launder*

- Debit per bak (Q) = 0,15675 m³/detik
- Beban pelimpah (WLR) = 10 m³/m/jam
- Panjang *launder* = panjang zona *plate settler*
= 4,3 m
- Jumlah *weir* tiap *launder* = 2 buah (kiri dan kanan)
- Panjang *weir* total = $\frac{Q}{WLR}$
= $\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{10 \text{ m}^3/\text{m/jam}}$
= 56,43 m
- Jumlah *launder* = $\frac{56,43 \text{ m}}{2} : 4,3 \text{ m}$
= 6,56
≈ 7 buah
- Jenis *weir* = *weir* segitiga (*v-notch* 90°)
- Tinggi air di atas *weir* (h) = 3 cm = 0,03 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Debit tiap *weir* (Q_{weir}) = $\frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2 \times g} \times h^{5/2}$
= $\frac{8}{15} \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,03^{5/2}$
= 0,00022 m³/detik
- Jumlah *weir* = $\frac{Q}{Q_{weir}}$
= $\frac{0,15675 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,00022 \text{ m}^3/\text{detik}}$
= 712 buah
- Jumlah *weir* tiap sisi *launder* = 712 : 7 : 2
= 50 buah
- Lebar air pada *weir* (B) = 2 × h
= 2 × 0,03 m
= 0,06 m
- Tinggi *weir* bebas = 1 cm = 0,01 m
- Tinggi *weir* total = 0,03 m + 0,01 m = 0,04 m
- Lebar *weir* total = 2 × 0,04 m
= 0,08 m
- Panjang *weir* dalam satu sisi *launder* = 0,08 m × 50
= 4 m
- Lebar *launder* rencana (b) = 0,3 m

- Debit tiap *launder* (Q_L) = $Q : 7$ *launder*
 = $0,15675 \text{ m}^3/\text{detik} : 7$
 = $0,0224 \text{ m}^3/\text{detik}$

- Debit per satuan lebar *launder* (q)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_L}{b} \\
 &= \frac{0,0224 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,3 \text{ m}} \\
 &= 0,075 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{detik}
 \end{aligned}$$

- Kedalaman kritis pada hilir *launder* (y_c)

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \\
 &= \sqrt[3]{\frac{(0,075 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{detik})^2}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}} \\
 &= 0,08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Kedalaman maksimum pada hulu *launder* (H_o)

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{y_c^2 + \frac{2 \times Q_L^2}{g \times b^2 \times y_c}} \\
 &= \sqrt{(0,07 \text{ m})^2 + \frac{2 \times (0,0174 \text{ m}^3/\text{detik})^2}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2 \times 0,3 \text{ m}^2 \times 0,07 \text{ m}}} \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Freeboard* = $0,06 \text{ m}$

❖ Saluran Pengumpul

- Debit (Q) = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Panjang (L) = lebar 4 bak = 36 m
- Lebar (W) = 1 m
- Jenis saluran = beton
- Koefisien kekasaran (n) = $0,014$ (beton halus)
- Kemiringan saluran (S) = $1:1.000$ = $0,001$
- Kecepatan aliran (v) = $1 \text{ m}/\text{detik}$
- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\
 1 \text{ m}/\text{detik} &= \frac{1}{0,014} \times R^{2/3} \times 0,001^{1/2} \\
 R^{2/3} &= \frac{1 \text{ m}/\text{detik} \times 0,014}{0,001^{1/2}}
 \end{aligned}$$

- $$R = 0,2946 \text{ m}$$
 Tinggi air (h):

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

$$0,2946 \text{ m} = \frac{1 \text{ m} \times h}{2 \times h + 1 \text{ m}}$$

$$h = 0,717 \text{ m}$$

$$h \approx 0,7 \text{ m}$$

5.7.5 Perencanaan Unit Filter Pasir Cepat

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk menyisihkan sifat fisik air baku yaitu kekeruhan serta mikrobiologi yang terkandung di dalamnya. Unit filtrasi yang direncanakan yaitu filter pasir cepat. Media yang digunakan adalah *single media* dengan media pasir silika. Unit filter terdiri dari tiga bagian yaitu bak filter, media filter, dan sistem *underdrain*.

Perencanaan:

- Debit = 0,627 m³/detik
- Kecepatan filtrasi = 10 m/jam
- Media filter = pasir silika
- Media penyangga = gravel
- Sistem *underdrain* = model pipa *manifold*

Perhitungan:

a. Bak Filter

❖ Dimensi

- Debit (Q) = 0,627 m³/detik
- Kecepatan filtrasi (v_{filtrasi}) = 10 m/jam
= 0,00277 m/detik
- Jumlah bak filter = $12 \times Q^{0,5}$
= $12 \times (0,627 \text{ m}^3/\text{detik})^{0,5}$
= 9,5
 ≈ 10 bak
- Debit per bak (Q_{bak}) = Q : 10

$$= 0,627 \text{ m}^3/\text{detik} : 10 \text{ bak}$$

$$= 0,0627 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Luas per bak (A_{bak}) = $\frac{Q_{\text{bak}}}{V_{\text{filtrasi}}}$

$$= \frac{0,0627 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,00277 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$= 22,6 \text{ m}^2$$

- Panjang (L) : lebar (W) = 2 : 1

- Lebar (W):

$$A_{\text{bak}} = 2 \times W^2$$

$$22,6 \text{ m}^2 = 2 \times W^2$$

$$W = \sqrt{\frac{22,6 \text{ m}^2}{2}}$$

$$= 3,36$$

$$\approx 3,5 \text{ m}$$

- Panjang (L) = $2 \times W$

$$= 7 \text{ m}$$

- Cek debit per bak apabila salah satu bak dicuci (jumlah bak = 9 bak):

$$Q_{\text{cek}} = Q : \text{jumlah bak}$$

$$= 0,627 \text{ m}^3/\text{detik} : 9 \text{ bak}$$

$$= 0,0696 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Kecepatan filtrasi saat salah satu bak dicuci ($V_{\text{filtrasi cek}}$)

$$= \frac{Q_{\text{cek}}}{A_{\text{bak}}}$$

$$= \frac{0,0696 \text{ m}^3/\text{detik}}{22,6 \text{ m}^2}$$

$$= 0,003 \text{ m}/\text{detik}$$

$$= 10,8 \text{ m}/\text{jam} \text{ (memenuhi } 6 - 11 \text{ m}/\text{jam)}$$

❖ Tinggi Air di Atas Media

- Tinggi air maksimum = 1,2 m

- Freeboard* = 0,3 m

b. Media Filter

❖ *Headloss* media pasir

- Tebal media (L) = 600 mm

- Specific gravity* (S_g) = 2,65 g/cm³

- Faktor bentuk pasir (ψ) = 0,82

- Porositas media pasir (ϵ) = 0,4

- Kecepatan filtrasi (V_{filtrasi}) = 10 m/jam

$$= 0,00277 \text{ m/detik}$$

- Distribusi diameter media pasir pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Distribusi Ukuran Media Pasir

Diameter (mm)	% Berat
d	Pi
0,3	10
0,6	16
0,8	24
1	30
1,2	20

Sumber: Masduqi dan Assomadi (2019)

- Viskositas kinematis (ν) = $0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}$
- Bilangan Reynold pasir (N_{Re}) untuk diameter 0,3 mm

$$= \frac{\Psi \times d \times v_{filtrasi}}{\nu}$$

$$= \frac{0,82 \times 0,0003 \text{ m} \times 0,00277 \text{ m/detik}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}}$$

$$= 0,74 \text{ detik}^{-1} \text{ (laminer)}$$

- Koefisien Drag (C_D) untuk diameter 0,3 mm

$$= \frac{24}{N_{Re}}$$

$$= \frac{24}{0,74}$$

$$= 32,4$$

- Perhitungan lengkap nilai N_{Re} dan C_D masing-masing diameter partikel dan dihitung $C_D \cdot \Pi/d$ ditunjukkan dalam Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan N_{Re} dan C_D Media Pasir

Diameter (mm)	% Berat	Bilangan Reynold (detik ⁻¹)	Koefisien Drag	$C_D \cdot \Pi/d$
d	Pi	N_{Re}	C_D	
0,3	10	0,74	32,4	107,85
0,6	16	1,48	19,0	50,61
0,8	24	1,98	12,1	36,40

Diameter (mm)	% Berat	Bilangan Reynold (detik ⁻¹)	Koefisien Drag	C _D .Pi/d
1	30	2,47	9,7	29,12
1,2	20	2,97	8,1	13,48
Jumlah				237,45

- *Headloss* (H_L)

$$\begin{aligned}
 &= 1,067 \times \frac{L \times v_{\text{filtrasi}}^2}{\psi \times \epsilon^4 \times g} \times \sum \frac{C_D \times \text{Pi}}{d} \\
 &= 1,067 \times \frac{60 \text{ cm} \times (0,277 \text{ cm/detik})^2}{0,82 \times 0,4^4 \times 981 \text{ cm/detik}^2} \times 237,45/\text{cm} \\
 &= 56,6 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- ❖ *Headloss* media penyangga

- Tebal media (L) = 200 mm
- *Specific gravity* (S_g) = 2,8 g/cm³
- Faktor bentuk gravel (ψ) = 0,83
- Porositas media gravel (ε) = 0,5
- Kecepatan filtrasi (v_{filtrasi}) = 10 m/jam
= 0,00277 m/detik
- Distribusi diameter media gravel pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Distribusi Ukuran Media Gravel

Diameter (mm)	% Berat
d	Pi
3,4	10
7,7	15
15,5	20
26,9	25
49	30

Sumber: Marsono (2000)

- Viskositas kinematis (ν) = 0,9186 × 10⁻⁶ m²/detik
- Bilangan Reynold gravel (N_{Re}) untuk diameter 3,4 mm

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\psi \times d \times v_{\text{filtrasi}}}{\nu} \\
 &= \frac{0,83 \times 0,0034 \text{ m} \times 0,00277 \text{ m/detik}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}} \\
 &= 8,51 \text{ detik}^{-1} \text{ (transisi)}
 \end{aligned}$$

- Koefisien Drag (C_D) untuk diameter 3,4 mm

$$= \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$$

$$= \frac{24}{8,51} + \frac{3}{\sqrt{8,51}} + 0,34$$

$$= 4,2$$
- Perhitungan lengkap nilai N_{Re} dan C_D masing-masing diameter partikel dan dihitung $C_D \cdot \Pi/d$ ditunjukkan dalam Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan N_{Re} dan C_D Media Gravel

Diameter (mm)	% Berat	Bilangan Reynold (detik ⁻¹)	Koefisien Drag	$C_D \cdot \Pi/d$
d	Pi	N_{Re}	C_D	
3,4	10	8,51	4,2	1,23
7,7	15	19,27	2,3	0,44
15,5	20	38,79	1,4	0,19
26,9	25	67,33	1,1	0,10
49	30	122,64	0,8	0,05
Jumlah				2,01

- *Headloss* (H_L)

$$= 1,067 \times \frac{L \times v_{filtrasi}^2}{\Psi \times \epsilon^4 \times g} \times \sum \frac{C_D \times \Pi}{d}$$

$$= 1,067 \times \frac{20 \text{ cm} \times (0,277 \text{ cm/detik})^2}{0,83 \times 0,5^4 \times 981 \text{ cm/detik}^2} \times 2,01/\text{cm}$$

$$= 0,06 \text{ cm}$$
- Total *headloss* media pasir dan penyangga

$$= 56,6 \text{ cm} + 0,06 \text{ cm}$$

$$= 56,66 \text{ cm}$$

c. Ekspansi Media saat *Backwash*

❖ Ekspansi Media Pasir

- Syarat ekspansi

$$v_b > v_s \times \epsilon^{4,5}$$

Media penyangga direncanakan tidak akan terjadi ekspansi saat *backwash*, sehingga kecepatan *backwash* mengikuti diameter terkecil media penyangga yaitu 3,4 mm.

- Kecepatan mengendap partikel media penyangga (v_s)

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

$$= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/detik}^2}{3 \times 4,2} \times (2,8 - 1) 0,0034 \text{ m}}$$

$$= 0,02 \text{ m/detik}$$
- Kecepatan *backwash* minimum ($v_b \text{ min}$)

$$= v_s \times \epsilon^{4,5}$$

$$= 0,02 \text{ m/detik} \times 0,5^{4,5}$$

$$= 0,0009 \text{ m/detik}$$
- Kecepatan *backwash* rencana (v_b)

$$= 12 \text{ m/jam}$$

$$= 0,0033 \text{ m/detik} (> v_b \text{ min } 0,0009 \text{ m/detik})$$
- *Headloss* pada awal *backwash* pada media pasir (H_f)

$$= (S_g - 1) \times (1 - \epsilon) \times L$$

$$= (2,65 - 0,99733) \times (1 - 0,4) \times 0,6$$

$$= 0,59 \text{ m}$$
- Kecepatan mengendap partikel media pasir (v_s) untuk diameter 0,3 mm

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

$$= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/detik}^2}{3 \times 32,4} \times (2,65 - 1) 0,0003 \text{ m}}$$

$$= 0,014 \text{ m/detik}$$
- Porositas ekspansi partikel media pasir (ϵ_e) untuk diameter 0,3 mm

$$= \left(\frac{v_b}{v_s}\right)^{0,22}$$

$$= \left(\frac{0,0033 \text{ m/detik}}{0,014 \text{ m/detik}}\right)^{0,22}$$

$$= 0,73$$
- Perhitungan lengkap nilai v_s dan ϵ_e masing-masing diameter partikel dan dihitung $Pi/1 - \epsilon_e$ ditunjukkan dalam Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan v_s dan ϵ_e Media Pasir

d	Pi	N _{Re}	C _D	v _s	ϵ_e	$\frac{P_i}{1-\epsilon_e}$
0,3	10	0,74	32,4	0,014	0,73	0,365
0,6	16	1,48	19,0	0,026	0,63	0,438
0,8	24	1,98	12,1	0,038	0,59	0,578
1	30	2,47	9,7	0,047	0,56	0,677
1,2	20	2,97	8,1	0,057	0,54	0,430
Jumlah						2,489

- Tinggi ekspansi media pasir (L_e)

$$= (1 - \epsilon) \times L \times \sum \frac{P_i}{1 - \epsilon_e}$$

$$= (1 - 0,4) \times 0,6 \text{ m} \times 2,489$$

$$= 0,89 \text{ m}$$

$$= 89 \text{ cm}$$
- Rasio ekspansi

$$= \frac{L_e - L}{L} \times 100\%$$

$$= \frac{89 \text{ cm} - 60 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} \times 100\%$$

$$= 48,3\% \text{ (memenuhi } 30 - 50\%)$$
- ❖ Cek Ekspansi Media Penyangga
 - Digunakan patokan media gravel yang paling kecil yaitu diameter 3,4 mm
 - *Headloss* pada awal *backwash* pada media pasir (H_f)

$$= (S_g - 1) \times (1 - \epsilon) \times L$$

$$= (2,8 - 0,99733) \times (1 - 0,5) \times 0,2$$

$$= 0,18 \text{ m}$$
 - Porositas ekspansi (ϵ_e)

$$= \left(\frac{v_b}{v_s} \right)^{0,22}$$

$$= \left(\frac{0,0033 \text{ m/detik}}{0,02 \text{ m/detik}} \right)^{0,22}$$

$$= 0,67$$
 - $\frac{P_i}{1 - \epsilon_e} = \frac{0,1}{1 - 0,67} = 0,303$
 - Tinggi ekspansi media penyangga (L_e)

$$= (1 - \epsilon) \times L \times \sum \frac{P_i}{1 - \epsilon_e}$$

$$= (1 - 0,5) \times 0,2 \text{ m} \times 0,303$$

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

$$= 3 \text{ cm (tidak terekspansi)}$$

d. *Backwash*

❖ Kebutuhan air untuk *backwash*

- Kecepatan *backwash* (v_b) = 0,0033 m/detik
- Panjang bak filter (L) = 7 m
- Lebar bak filter (W) = 3,5 m
- Luas bak filter (A) = 24,5 m²
- Periode pencucian = 24 jam (1 hari sekali)
- Debit *backwash* (Q_b) = $v_b \times A$
 $= 0,0033 \text{ m/detik} \times 24,5 \text{ m}^2$
 $= 0,08 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Lama pencucian (t) = 10 menit = 600 detik
- Volume air untuk *backwash* per bak
 $= Q_b \times t$
 $= 0,08 \text{ m}^3/\text{detik} \times 600 \text{ detik}$
 $= 48 \text{ m}^3$
- Volume air untuk 10 bak = $48 \text{ m}^3 \times 10 \text{ bak}$
 $= 480 \text{ m}^3$
 $\approx 500 \text{ m}^3$
- Debit produksi air = 0,627 m³/detik
 $= 54.173 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Persentase air untuk *backwash* per hari
 $= \frac{500 \text{ m}^3}{54.173 \text{ m}^3} \times 100\%$
 $= 0,92\%$

e. Sistem *Underdrain*

❖ Pipa Manifold

- Kecepatan aliran *backwash* (v) = 2 m/detik
- Debit *backwash* (Q_b) = 0,08 m³/detik
- Luas penampang pipa manifold (A) = $\frac{Q_b}{v}$
 $= \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \text{ m/detik}}$
 $= 0,04 \text{ m}^2$
- Diameter pipa manifold = $\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
 $= \sqrt{\frac{4 \times 0,04 \text{ m}^2}{\pi}}$

$$= 0,225 \text{ m}$$

$$= 200 \text{ mm}$$

- Panjang bak filter (L) = 7 m
- Jarak pipa manifold ke dinding bak = 0,2 m
- Panjang pipa manifold = 7 m – 0,2 m = 6,8 m
- Jenis pipa = PVC
- Koefisien kekasaran pipa (C) = 140
- $Headloss (H_f) = \frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$
 $= \frac{10,67 \times (0,08 \text{ m}^3/\text{detik})^{1,85} \times 6,8 \text{ m}}{140^{1,85} \times (0,2 \text{ m})^{4,87}}$
 $= 0,18 \text{ m}$

❖ Pipa Lateral

- Jarak antarpipa lateral = 0,4 m
- Diameter pipa lateral = 75 mm = 0,075 m
- Jumlah pipa lateral (n) = $\frac{6,8 \text{ m}}{0,075 \text{ m} + 0,3 \text{ m}}$
 $= 14 \text{ pipa (per sisi lengan)}$
 $= 28 \text{ pipa (per bak)}$
- Debit per pipa lateral = $\frac{Q_b}{n}$
 $= \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{28}$
 $= 0,0029 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Luas penampang pipa lateral (A)
 $= 0,25 \times \pi \times D^2$
 $= 0,25 \times \pi \times 0,075^2$
 $= 0,004 \text{ m}^2$
- Kecepatan aliran pipa lateral (v) = $\frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,0029 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,004 \text{ m}^2}$
 $= 0,72 \text{ m/detik}$
- Jarak pipa lateral ke dinding bak = 0,2 m
- Panjang pipa lateral
 $= 0,5 \times W + 0,5 D_{\text{manifold}} - 0,2 \text{ m}$
 $= 0,5 \times 3,5 \text{ m} - 0,5 \times 0,2 \text{ m} - 0,2 \text{ m}$
 $= 1,45 \text{ m}$
- Jenis pipa = PVC
- Koefisien kekasaran pipa (C) = 140

- $$\begin{aligned} \text{Headloss (H}_f) &= \frac{10,67 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \\ &= \frac{10,67 \times (0,0029 \text{ m}^3/\text{detik})^{1,85} \times 40,6 \text{ m}}{140^{1,85} \times (0,075 \text{ m})^{4,87}} \\ &= 0,28 \text{ m} \end{aligned}$$

❖ Orifice

- Diameter orifice (D) = 1,5 cm
- Luas lubang orifice (A) = $0,25 \times \pi \times D^2$
= $0,25 \times \pi \times 0,015^2$
= 0,00018 m²
- Jarak orifice = 0,15 m
- Jumlah orifice per lateral = $\frac{1,45 - 0,15 \text{ m}}{0,15 \text{ m} + 0,015 \text{ m}}$
= 8 buah
- Jumlah orifice per bak = 8 buah × 28
= 224 buah
- Kecepatan melalui orifice (v) = $\frac{Q_b}{A_{\text{total}}}$
= $\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,1225 \text{ m}^2}$
= 0,7 m/detik
- $$\begin{aligned} \text{Headloss (H}_f) &= k \times \frac{v^2}{2 \times g} \\ &= 2,4 \times \frac{0,7^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Headloss total sistem underdrain} &= 0,18 \text{ m} + 0,28 \text{ m} + 0,06 \text{ m} \\ &= 0,52 \text{ m} \end{aligned}$$

f. Menara Air untuk *Backwash*

❖ Dimensi

- Volume air untuk *backwash* (V) = 500 m³
- Panjang (L) : lebar (W) = 1 : 1
- Tinggi air (H) = 5 m
- Panjang (W) = lebar (W) = $\sqrt{\frac{500 \text{ m}^3}{5 \text{ m}}}$ = 10 m
- Freeboard* = 0,5 m

❖ Pipa Inlet Pompa

- Debit *backwash* (Q_b) = 0,08 m³/detik
- Tinggi menara

$$\begin{aligned}
&= \text{headloss melalui media} + \text{headloss underdrain} \\
&\quad + \text{headloss saat awal backwash} \\
&= 0,567 \text{ m} + 0,52 \text{ m} + 0,77 \text{ m} \\
&= 1,86 \text{ m}
\end{aligned}$$

g. Sistem Inlet

❖ Saluran

- Debit (Q) = 0,627 m³/detik
- Jumlah bak = 10 bak
- Konfigurasi bak = 5 bak – 5 bak
- Kecepatan (v) = 1 m/detik
- Lebar (W) = 1 m
- Kedalaman air (H) = $\frac{Q}{v \times W}$
 $= \frac{0,627 \text{ m}^3/\text{detik}}{1 \text{ m/detik} \times 1 \text{ m}}$
 $= 0,63 \text{ m}$

❖ Pintu Air

- Jumlah pintu air = 10 buah
- Lebar pintu rencana (b) = 0,2 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Debit per pintu air = 0,0627 m³/detik
- Tinggi bukaan pintu air (h)

$$\begin{aligned}
&= \frac{3/2}{\sqrt{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}} \times \frac{Q \times 3}{\sqrt{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}} \\
&= \frac{3/2}{\sqrt{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,2 \text{ m}}}} \times \frac{0,0627 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{\sqrt{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,2 \text{ m}}}} \\
&= 0,3 \text{ m}
\end{aligned}$$

h. Sistem Wash Trough

❖ Weir dan Launder

- Debit *backwash* per bak (Q) = 0,08 m³/detik
- Beban pelimpah (WLR) = 40 m³/m/jam
- Panjang *launder* = panjang bak filter
 $= 7 \text{ m}$
- Jumlah *weir* tiap *launder* = 2 buah (kiri dan kanan)
- Panjang *weir* total = $\frac{Q_b}{WLR}$
 $= \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{40 \text{ m}^3/\text{m/jam}}$

- $$= 7,2 \text{ m}$$
- Jumlah *launder* = $\frac{7,2 \text{ m}}{1}$: 7 m
 = 1 buah
- Jenis *weir* = *weir* segiempat
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Debit tiap *weir* (Q_{weir}) = 0,08 m³/detik
- Tinggi air di atas *weir* (h)

$$= \sqrt[3/2]{\frac{Q \times 3}{2 \times C_d \times \sqrt{2 \times g \times b}}}$$

$$= \sqrt[3/2]{\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}^2 \times 7 \text{ m}}}}$$

$$= 0,034 \text{ m}$$

$$\approx 3 \text{ cm}$$

- Jumlah *weir* = 1 buah
- Lebar *launder* rencana (b) = 0,8 m
- Debit tiap *launder* (Q_L) = Q : 1 *weir*
 = 0,08 m³/detik
- Debit per satuan lebar *launder* (q)

$$= \frac{Q_L}{b}$$

$$= \frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,8 \text{ m}}$$

$$= 0,1 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{detik}$$

- Kedalaman kritis pada hilir *launder* (y_c)

$$= \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{(0,1 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{detik})^2}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}}$$

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

- Kedalaman maksimum pada hulu *launder* (H_0)

$$= \sqrt{y_c^2 + \frac{2 \times Q_L^2}{g \times b^2 \times y_c}}$$

$$= \sqrt{(0,1 \text{ m})^2 + \frac{2 \times (0,08 \text{ m}^3/\text{detik})^2}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2 \times 0,5 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}}}$$

$$= 0,17 \text{ m}$$

❖ Tinggi *Weir*

- Tinggi ekspansi total = 29 cm = 0,29 m
- Angka keamanan = 0,1 m
- Tinggi air di atas *weir* = 0,03 m
- Tinggi *weir* dari media pasir
= 0,29 + 0,1 m - 0,03 m
= 0,38 m

❖ Saluran *Gullet*

- Debit *backwash* (Q_b) = 0,08 m³/detik
- Kecepatan (v) = 1 m/detik
- Lebar (W) = 1 m
- Kedalaman air (H) = $\frac{Q_b}{v \times W}$
= $\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik}}{1 \text{ m/detik} \times 1 \text{ m}}$
= 0,08 m

❖ Pintu Air *Gullet*

- Jumlah pintu air = 1 buah
- Lebar pintu rencana (b) = 0,2 m
- Koefisien debit (C_d) = 0,6
- Debit per pintu air = 0,08 m³/detik
- Tinggi bukaan pintu air (h)

$$= \sqrt[3/2]{\frac{Q \times 3}{2 \times C_d \times \sqrt{2} \times g \times b}}$$

$$= \sqrt[3/2]{\frac{0,08 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3}{2 \times 0,6 \times \sqrt{2} \times 9,81 \text{ m/detik}^2 \times 0,2 \text{ m}}}$$

$$= 0,37 \text{ m}$$

5.7.6 Perencanaan Unit Disinfeksi

Disinfeksi air minum ditujukan untuk menginaktivasi atau menyingkirkan patogen agar dihasilkan air minum sesuai standar. Proses disinfeksi telah memenuhi ketentuan utama dalam pengolahan air yaitu untuk menghasilkan air yang bebas dari organisme penyebab penyakit. Disinfeksi yang direncanakan

dengan klorinasi dengan gas klor yang diinjeksikan ke dalam pipa menggunakan tabung klorinator.

Perencanaan:

- Debit = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Sisa klor = $0,3 \text{ mg/L}$
- Dosis klor optimum = 2 mg/L
- Kapasitas tabung klorinator = 100 kg

Perhitungan:

- ❖ **Kebutuhan Gas Klor**
 - Dosis klor yang diperlukan
= dosis klor optimum + sisa klor
= $2 \text{ mg/L} + 0,3 \text{ mg/L}$
= $2,3 \text{ mg/L}$
 - Debit (Q) = $0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - Kebutuhan klor 1 hari = $2,3 \text{ mg/L} \times 0,627 \text{ m}^3/\text{detik}$
= 125 kg/hari
 - Jumlah tabung per hari = $125 \text{ kg/hari} : 100 \text{ kg}$
= $1,25 \text{ tabung}$
 $\approx 2 \text{ tabung}$
 - Penginjeksian gas klor direncanakan dilakukan sebelum unit reservoir.

5.7.7 Perencanaan Unit Reservoir

Reservoir merupakan bangunan penampungan air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah. Reservoir yang direncanakan yaitu *ground reservoir*. Dalam menentukan volume reservoir diacu dari fluktuasi pemakaian dalam 1 hari. Suplai pasokan air yang masuk ke dalam reservoir yaitu sama tiap jam dalam satu hari. Kemudian dihitung selisih suplai air dengan pemakaian air per jam. Setelah itu nilai volume efektif reservoir dihitung dari jumlah dari selisih positif terbesar dengan selisih negatif terbesar antara fluktuasi

pemakaian air dan pasokan air ke reservoir. Fluktuasi pemakaian air harian diacu dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018).

Perencanaan:

- Debit = 0,627 m³/detik
= 54.172,8 m³/hari
- Persentase suplai air per jam = 100% : 24 jam
= 4,167%

Perhitungan:

- Suplai dan pemakaian air serta kumulatif selisih dimuat dalam Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil Perhitungan Kumulatif Selisih dari Suplai Air dengan Pemakaian Air

Jam	Suplai Air (%)	Pemakaian Air (%)*	Selisih	Kumulatif Selisih
00.00 - 01.00	4,167	3	1,167	1,167
01.00 - 02.00	4,167	2,9	1,267	2,433
02.00 - 03.00	4,167	2,9	1,267	3,700
03.00 - 04.00	4,167	3,1	1,067	4,767
04.00 - 05.00	4,167	3,1	1,067	5,833
05.00 - 06.00	4,167	4,9	-0,733	5,100
06.00 - 07.00	4,167	6,2	-2,033	3,067
07.00 - 08.00	4,167	5,7	-1,533	1,533
08.00 - 09.00	4,167	5,7	-1,533	0,000
09.00 - 10.00	4,167	5,4	-1,233	-1,233
10.00 - 11.00	4,167	4,8	-0,633	-1,867
11.00 - 12.00	4,167	4,8	-0,633	-2,500
12.00 - 13.00	4,167	4,6	-0,433	-2,933

Jam	Suplai Air (%)	Pemakaian Air (%)*	Selisih	Kumulatif Selisih
13.00 - 14.00	4,167	3,9	0,267	-2,667
14.00 - 15.00	4,167	4,9	-0,733	-3,400
15.00 - 16.00	4,167	4,8	-0,633	-4,033
16.00 - 17.00	4,167	5	-0,833	-4,867
17.00 - 18.00	4,167	5,3	-1,133	-6,000
18.00 - 19.00	4,167	5,2	-1,033	-7,033
19.00 - 20.00	4,167	3,4	0,767	-6,267
20.00 - 21.00	4,167	3,4	0,767	-5,500
21.00 - 22.00	4,167	2,6	1,567	-3,933
22.00 - 23.00	4,167	2,4	1,767	-2,167
23.00 - 00.00	4,167	2	2,167	0,000
Jumlah	100	100		

Sumber: * Kementerian Pekerjaan Umum dan Cipta Karya (2018)

- Selisih kumulatif positif terbesar = 5,833
- Selisih kumulatif positif terkecil = -7,033
- Persentase volume efektif reservoir = $5,833 - (-7,033)$
= 12,866%
≈ 13%
- Volume reservoir = $13\% \times 54.172,8 \text{ m}^3/\text{hari}$
= $7.042,46 \text{ m}^3$
- Tinggi reservoir = 4 m
- Kebutuhan luas lahan reservoir = $7.042,46 \text{ m}^3 : 4 \text{ m}$
= 1.760 m^3
- Luas lahan yang tersedia tidak cukup apabila diletakkan reservoir, sehingga reservoir direncanakan diletakkan di tempat lain dengan kebutuhan luas lahan 1.760 m^3

5.8 Perencanaan Unit Pengolah Lumpur

Lumpur yang akan diolah dihasilkan dari unit sedimentasi. Di mana lumpur tersebut berasal dari proses koagulasi dan flokulasi. Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi partikel karena pembubuhan bahan kimia koagulan. Kemudian koagulan berikatan dengan partikel yang membentuk inti flok. Inti flok akan bergabung menjadi flok yang berukuran besar pada saat proses flokulasi yang kemudian diendapkan di bak sedimentasi menjadi lumpur. Lumpur ini mengandung koagulan yang memerlukan pengolahan lanjutan.

Proses pengolahan lumpur yang direncanakan yaitu dengan proses pengeringan atau penghilangan kadar air (*dewatering*). Unit pengolahan yang direncanakan yaitu dengan menggunakan *belt filter press*. *Belt filter press* berfungsi untuk menyisahkan air dari lumpur dengan menekan lumpur tersebut pada sepasang lembaran plastik elastis berpori (*filter belt*) sehingga lumpur memadat dan membentuk padatan *cake*. Kelebihan dari *belt filter press* ini yaitu kebutuhan operator yang rendah, pengoperasian dan perawatan alat relatif sederhana, dan kebisingan yang ditimbulkan. Sedangkan kekurangannya yaitu dapat menimbulkan bau, dibutuhkan pemantauan operator terhadap karakteristik influen yang masuk, khususnya konsentrasi padatan, konsentrasi minyak dan lemak yang tinggi dapat menyebabkan *belt* tidak berfungsi secara optimal dan kandungan padatan dalam *cake* rendah, dan pencucian *belt* membutuhkan air dalam jumlah yang banyak.

Unit *belt filter press* yang direncanakan untuk mengolah lumpur yaitu direncanakan dibeli melalui pihak ketiga atau vendor. Di mana perencanaan operasi direncanakan sesuai kapasitas *belt filter press* dan volume lumpur yang dihasilkan IPA.

5.9 *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Analisis kebutuhan biaya pembangunan IPA di *long storage* Kalimati yaitu dengan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Di mana BOQ merupakan kebutuhan

pekerjaan atau material. Sedangkan RAB yaitu harga satuan dikalikan dengan BOQ. Analisis BOQ dan RAB diacu dari Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2019. Di mana harga material yang tidak tercantum dicari dengan katalog-katalog baik itu pipa, aksesoris, fitting, pompa, U-ditch, dan lain-lain. Hasil perhitungan BOQ dan RAB dimuat dalam Tabel 5.21.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan BOQ dan RAB Pembangunan IPA di Long Storage Kalimati.

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1.1	Lahan IPA				
	Pembersihan Lapangan dan Perataan Tanah	7.000	m ²	Rp24.500	Rp171.500.000
	Pembuatan Pagar Sementara Seng Gelombang Tinggi 2 m	340	m	Rp533.586	Rp181.419.240
Subtotal					Rp352.919.240
II	PEKERJAAN TANAH				
2.1	Intake				
	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	1.721	m ³	Rp51.251	Rp88.202.971
	Pemadatan Tanah	1.721	m ³	Rp86.500	Rp148.866.500
2.2	Unit Koagulasi				
	Pengurugan Tanah Kembali	135	m ³	Rp86.500	Rp11.677.500
	Pemadatan Tanah	135	m ³	Rp86.500	Rp11.677.500
2.3	Unit Flokulasi				
	Pengurugan Tanah Kembali	1.000	m ³	Rp86.500	Rp86.500.000
	Pemadatan Tanah	1.000	m ³	Rp86.500	Rp86.500.000
2.4	Unit Sedimentasi				
	Pengurugan Tanah dengan Pemadatan	8.100	m ³	Rp217.020	Rp1.757.862.000

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
2.5	Rumah Pompa				
	Penggalian Tanah	100	m ³	Rp120.750	Rp12.075.000
2.6	Saluran Pipa Pembawa				
	Pengerukan Saluran	70	m ³	Rp100.400	Rp7.028.000
2.6	Saluran Drainase				
	Pengerukan Saluran	400	m ³	Rp100.400	Rp40.160.000
Subtotal					Rp2.250.549.471
III	PEKERJAAN STRUKTUR DAN DINDING				
3.1	Intake				
	Pemasangan Turap Bambu Tinggi	78	m	Rp51.251	Rp3.997.578
	Lantai Kerja K-100	29,4	m ³	Rp865.720	Rp25.452.168
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	1,8	m ³	Rp5.114.585	Rp9.206.253
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	83,7	m ³	Rp6.409.645	Rp536.487.287
	Plesteran Halus 1:4	78	m ²	Rp85.889	Rp6.699.342
3.2	Unit Koagulasi				
	Lantai Kerja K-100	5	m ³	Rp865.720	Rp4.545.030
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	0,29	m ³	Rp5.114.585	Rp1.483.230
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	5	m ³	Rp6.409.645	Rp32.048.225
	Plesteran Halus 1:4	27,2	m ²	Rp85.889	Rp2.336.181
3.3	Unit Flokulasi				
	Lantai Kerja K-100	132,6	m ³	Rp865.720	Rp114.794.472
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	3	m ³	Rp5.114.585	Rp15.343.755
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	110,6	m ³	Rp6.409.645	Rp708.906.737
	Plesteran Halus 1:4	1.144,4	m ²	Rp85.889	Rp98.291.372

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
3.4	Unit Sedimentasi				
	Lantai Kerja K-100	194,4	m ³	Rp865.720	Rp168.295.968
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	2,1	m ³	Rp5.114.585	Rp10.740.629
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	54	m ³	Rp6.409.645	Rp346.120.830
	Plesteran Halus 1:4	720	m ²	Rp85.889	Rp61.840.080
3.5	Unit Filter Pasir Cepat				
	Lantai Kerja K-100	301	m ³	Rp865.720	Rp260.581.720
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	1,44	m ³	Rp5.114.585	Rp7.365.002
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	57	m ³	Rp6.409.645	Rp365.349.765
	Plesteran Halus 1:4	612	m ²	Rp85.889	Rp52.564.068
3.6	Bak Pengaduk Koagulan				
	Lantai Kerja K-100	6,3	m ³	Rp865.720	Rp5.454.036
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	2,82	m ³	Rp6.409.645	Rp18.075.199
	Plesteran Halus 1:4	75	m ²	Rp85.889	Rp6.441.675
3.7	Menara Backwash				
	Lantai Kerja K-100	100	m ³	Rp865.720	Rp86.572.000
	Pekerjaan Dinding Beton Bertulang	33	m ³	Rp6.409.645	Rp211.518.285
	Plesteran Halus 1:4	440	m ²	Rp85.889	Rp37.791.160
3.8	Rumah Pompa				
	Pekerjaan Pondasi Beton Bertulang	0,3	m ³	Rp5.114.585	Rp1.534.376
	Pekerjaan Dinding Batu Merah 1:3 Tebal 1/2 Bata	18	m ³	Rp148.121	Rp2.666.178
	Plesteran Halus 1:4	240	m ²	Rp85.889	Rp20.613.360
Subtotal					Rp3.223.115.959
IV	PEKERJAAN ATAP				

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
4.1	Bak Pengaduk Koagulan				
	Pemasangan Rangka Atap Galvalum Tebal 0,5 mm	100	m ²	Rp364.450	Rp36.445.000
	Pemasangan Atap Seng Gelombang BJLS 30	100	m ²	Rp110.040	Rp11.004.000
4.2	Bak Pengaduk Koagulan				
	Pemasangan Rangka Atap Galvalum Tebal 0,5 mm	100	m ²	Rp364.450	Rp36.445.000
	Pemasangan Atap Seng Gelombang BJLS 30	100	m ²	Rp110.040	Rp11.004.000
4.2	Bak Pengaduk Koagulan				
	Pemasangan Rangka Atap Galvalum Tebal 0,5 mm	100	m ²	Rp364.450	Rp36.445.000
	Pemasangan Atap Seng Gelombang BJLS 30	100	m ²	Rp110.040	Rp11.004.000
Subtotal					Rp142.347.000
V	PEKERJAAN PIPA DAN AKSESORIS				
5.1	Intake				
	Pipa Galvanis 600 mm	6	m	Rp2.998.183	Rp17.989.098
	Elbow 90° Flange 600 mm	1	buah	Rp2.051.800	Rp2.051.800
	Pekerjaan Pemasangan Pipa Galvanis	6	m	Rp30.405	Rp182.430
5.2	Pipa Pembagi				
	Pipa Galvanis 600 mm	60	m	Rp2.998.183	Rp179.890.980
	Header Pipa 600 mm	5	m	Rp2.998.183	Rp14.990.915
	Tee Flange 600 mm	1	buah	Rp2.787.100	Rp2.787.100
	Elbow 90° Flange 600 mm	4	buah	Rp2.051.800	Rp8.207.200

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
	Gate Valve 600 mm	4	buah	Rp1.893.710	Rp7.574.840
5.3	Pompa				
	Pompa Sentrifugal 600 mm	4	buah	Rp15.000.000	Rp60.000.000
	Pipa Galvanis 400 mm	12	m	Rp1.832.238	Rp21.986.856
5.4	Pipa Pembawa				
	Pipa Galvanis 400 mm	60	m	Rp1.832.238	Rp109.934.280
	Elbow 90° Flange 400 mm	8	buah	Rp986.100	Rp7.888.800
	Ball Valve 400 mm	4	buah	Rp1.595.000	Rp6.380.000
5.5	Unit Filter Pasir Cepat				
	Pipa PVC 200 mm	70	m	Rp148.650	Rp10.405.500
	Pipa PVC 75 mm	784	m	Rp26.450	Rp20.736.800
	Cap Pipa 200 mm	10	buah	Rp150.400	Rp1.504.000
	Cap Pipa 75 mm	280	buah	Rp21.300	Rp5.964.000
	Cross Flange 200 mm	10	buah	Rp487.100	Rp4.871.000
	Pipa Galvanis 200 mm	80	m	Rp632.293	Rp50.583.440
	Gate Valve 200 mm	10	buah	Rp1.437.500	Rp14.375.000
	Ball Valve 200 mm	10	buah	Rp1.297.000	Rp12.970.000
	Elbow 90° Flange 200 mm	10	buah	Rp305.800	Rp3.058.000
5.6	Pipa Pembubuh Koagulan				
	Pipa PVC 62,5 mm	30	m	Rp19.925	Rp597.750
	Elbow 90° PVC 62,5 mm	4	buah	Rp22.600	Rp90.400
	Tee PVC 62,5 mm	2	buah	Rp31.000	Rp62.000
	Cap Pipa 62,5 mm	2	buah	Rp14.100	Rp28.200
5.7	Menara Backwash				

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
	Pipa Galvanis 200 mm	100	m	Rp632.293	Rp63.229.300
	Elbow 90° 200 mm	12	buah	Rp305.800	Rp3.669.600
	Pompa Sentrifugal 400 mm	2	buah	Rp34.150.000	Rp68.300.000
Subtotal					Rp700.309.289
VI	PEKERJAAN INFRASTRUKTUR				
	Pekerjaan Drainase	400	m	Rp253.000	Rp101.200.000
	Pekerjaan Saluran Pipa	70	m	Rp1.510.416	Rp105.729.120
	Pemasangan Paving Stone Tebal 6 cm Abu-abu	500	m ²	Rp208.828	Rp104.414.000
	Grill Stainless Penutup Saluran Pipa	100	m ²	Rp1.300.000	Rp130.000.000
Subtotal					Rp441.343.120
Total					Rp7.110.584.079
PPN 10%					Rp711.058.408
TOTAL					Rp7.821.642.487

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo adalah:

1. Air baku dari *long storage* Kalimati memiliki kualitas yang belum memenuhi syarat air minum pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 yaitu pada parameter kekeruhan, pH, dan deterjen, kuantitas air baku ditentukan dari buka tutup pintu air di hulu *long storage* yaitu air dijaga volumenya agar tetap sebesar 1,67 juta m³ melalui operasional buka tutup pintu air, dan pada tahun akhir perencanaan dengan debit pengolahan penuh air baku *long storage* hanya bisa mencukupi 1 bulan dari 3 bulan penutupan pintu air pada saat musim kemarau.
2. Pengolahan air baku *long storage* Kalimati menjadi air minum digunakan sistem pengolahan konvensional dengan urutan unit bangunan meliputi 1 unit *intake* jenis sumuran dengan dimensi 14 m × 14 m, 2 unit koagulasi sistem terjunan hidrolis dengan dimensi per unit 2 m × 1 m, 2 unit flokulasi sistem kanal bersekat dengan dimensi per unit 15 m × 18 m, 4 unit sedimentasi aliran horizontal dengan dimensi per unit 36 m × 9 m, 10 unit filter pasir cepat dengan dimensi per unit 7 m × 3,5 m, dan unit disinfeksi gas klor dan reservoir yang direncanakan dibangun di luar lahan IPA, serta unit pengolahan lumpur dengan *belt filter press*..
3. Analisis biaya pembangunan meliputi *Bill of Quantity* dan Rencana Anggaran Biaya yaitu didapatkan nominal sebesar Rp7.821.642.487 untuk pembangunan IPA di *long storage* Kalimati.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan tugas akhir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di *long storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo adalah:

1. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai alternatif pengolahan yang bisa mengolah air baku *long storage* yang lebih baik serta memaksimalkan ketersediaan lahan yang ada.
2. Untuk menambah masa pakai *long storage* Kalimati untuk digunakan sebagai air baku IPA, maka dapat dilakukan dengan menyuplai air dari unit IPA Krian 3 dengan debit 300 L/detik dan IPA Krian 4 dengan debit 200 L/detik. Selain itu bisa juga dimanfaatkan *idle capacity* daerah cakupan lain yaitu dengan total kapasitas 400 L/detik yang bisa dilakukan dengan cara sistem distribusi air minum yang saling terhubung antara daerah pelayanan sehingga daerah pelayanan IPA *long storage* Kalimati dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, M. Anis dan Ahmad, Shamin. 1980. *Water Supply Engineering. Design*. USA: Ann Arbor Science.
- American Water Works Association dan American Society of Civil Engineers. 2005. *Water Treatment Plant Design, Fourth Edition*. New York, Amerika Serikat: McGraw-Hill.
- Asmadi, Khayan dan Kasjono, H. S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Bersih*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. 2019. *Kabupaten Sidoarjo dalam Angka 2019*. Sidoarjo: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 6774:2008: Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air*.
- Balai Besar Wilayah Sungai Brantas. 2019. *Laporan O & P Long Storage Kalimati untuk Air Baku di Kab Sidoarjo*. Surabaya: Balai Besar Wilayah Sungai Brantas.
- Bhaskoro, R. Gagak Eko dan Ramadhan, Tutut. 2018. *Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Secara Kuantitatif*. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 15(2), 62 – 68. Magelang: Akademi Teknik Tirta Wiyata Magelang.
- Center of Disease Control and Prevention. 2012. *Slow Sand Filtration*. Diakses dari <https://www.cdc.gov/safewater/sand-filtration.html>
- Cheremisinoff, Nicholas P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Massachusetts, USA: Butterworth-Heinemann.

- Clark, Edward E. 1970. *Water Treatment Sludge Drying and Drainage on Sand Beds*. Massachusetts, USA: University of Massachusetts.
- Crittenden, John C.; Trussell, R. Rhodes; Hand, David W.; Howe, Kerry J.; dan Tchobanoglous, George. 2012. *MWH's Water Treatment: Principles dan Design*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia. 2018. *Laporan Kunjungan Kerja Spesifik Komisi V DPR-RI Peninjauan Sarana dan Prasarana Infrastruktur di Kabupaten Sidoarjo, Jombang, dan Ngawi, Provinsi Jawa Timur Tgl. 25 Januari s.d 27 Januari 2018*. Jakarta: Komisi V DPR RI.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 1998. *Petunjuk Teknis Perencanaan Rancangan Teknik Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, Volume V*. Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.
- Droste, Ronald dan Gehr, Ronald. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. New York, Amerika Serikat: John Wiley & Sons.
- Jannati, Deby dan Mazia, Shona. 2009. *Karbon Aktif sebagai Filter Air*. Koran Jakarta. Edisi Cetak: 653. Jakarta.
- Jawa Pos. 2019. *Terus Tambah Cakupan Layanan Air Bersih*. Harian Terbit pada 6 Juni 2019. Diakses dari <https://www.pressreader.com/indonesia/jawa-pos/20190606/282222307252295>
- Kawamura, Susumu. 1991. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2016. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan*

Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2018. *Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum, Modul Reservoir*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2018. *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 7 Tahun 2018 Tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.

Kencanawati, Martheana dan Mustakim. 2017. *Analisis Pengolahan Air Bersih pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan*. Jurnal Transukma, 2(2), 103 – 117. Balikpapan: Universitas Balikpapan.

Mahvi, A. H.; Vaezi F.; dan Alavi N. 2004. *Evaluating GAC for Detergent Removal from The Secondary Effluent of Ghods Wastewater Treatment Plant*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(12), 2121 – 2124. Pakistan: ANSI.

Marsono, Bowo Djoko. 2000. *Unit Operasi*. Surabaya: Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan ITS.

Masduqi, Ali dan Assomadi, Abdu Fadli. 2019. *Operasi dan Proses Pengolahan Air, Edisi Kedua*. Surabaya: ITS Press.

Meidhitasari, Vidyaningtyas. 2007. *Evaluasi dan Modifikasi Instalasi Pengolahan Air Minum Miniplan Dago Pakar*. Tugas Akhir Program Studi S-1 Teknik Lingkungan. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Narsi; Wahyuni, Rizah Rizwana; dan Susanti, Yuliana. 2017. *Uji Kelayakan Air Minum Isi Ulang di Pasir Pengaraian Kabupaten Rokan Hulu Riau*. Jurnal Ilmu Pangan dan

- Hasil Pertanian, 1(1), 11 – 21. Rokan Hulu: Universitas Pasir Pengaraian.
- Ojeda, Mauricio Pardon. 1989. *Treatment of Turbid Surface Water for Small Community Supplies*. Doctoral thesis. Guilford, Inggris: University of Surrey.
- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur. *Peraturan Bupati Sidoarjo Nomor 86 Tahun 2019 Tentang Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018-2037*. Sidoarjo: Pemerintah Kabupaten Sidoarjo.
- Puteri, Aisyah Rafli. 2012. *Studi Penurunan Kekeruhan Air Kali Surabaya dengan Proses Flokulasi dalam Bentuk Flokulator Pipa Circular*. Jurnal Teknik Lingkungan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Qasim, Syed R.; Motley, Edward M.; dan Zhu, Guang. *Water Works Engineering: Planning, Design, and Operation*. New Jersey, Amerika Serikat: Prentice Hall.
- Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Republik Jatim. 2018. *Empat Kecamatan Belum Tersentuh Jaringan, PDAM Sidoarjo Bakal Bangun IPA Baru*. Redaksi Terbit pada 9 Oktober 2018. Diakses dari <https://republikjatim.com/baca/empat-kecamatan-belum-tersentuh-jaringan-pdam-sidoarjo-bakal-bangun-ipa-baru>
- Reynolds, Tom D. dan Richards, Paul A. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston, Amerika Serikat: PWS Publishing Company.
- Salsabiila, Zakiiya; Rispiningtati; dan Juwono, Pitojo Tri. 2016. *Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Longstorage Kali Mati Kabupaten Sidoarjo*. Malang: Universitas Brawijaya.

- Shammas, Nazih K. dan Wang, Lawrence K. *Water Engineering Hydraulics, Distribution and Treatment First Edition*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Shojaeefard, Mohammad H.; Rizi, Behzad S.; Khalkhali, Abolfazl; dan Tahani, Mojtaba. 2015. *A New Method to Calculate Centrifugal Pump Performance Parameters for Industrial Oils*. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 8(4), 673 – 681. Teheran, Iran: ResearchGate.
- Smith, James E.; Renner, Robert C.; Hegg, Bob A.; dan Bender, Jon H. 1991. *Upgrading Existing or Designing New Drinking Water Treatment Facilities*. New Jersey, USA: Noyes Data Corporation.
- Suciana, Ajeng Titin. 2016. *Kajian Distribusi Kecepatan Aliran Sebelum dan Sesudah Belokan di Saluran Terbuka Menggunakan Acoustic Doppler Velocimeter (ADV)*. *Jurnal Teknik Pengairan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*. Jakarta: PT Prandya Paramita.
- Zamaruddin, Nurul. 2017. *Monitoring dan Evaluasi Kualitas Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Area Aceh Besar Bulan April dan Juli*. *Journal of Aceh Physics Society*, 7(1), 39 – 42. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Zamora, Rosa Maria Ramírez; Domínguez, Ramón Mora; Pilotzi, A Durán; dan Durán-Moreno, Alfonso. 2004. *Removal of Detergents by Activated Petroleum Coke from A Clarified Wastewater Treated for Reuse*. *Water Science and Technology*, 50. 91 – 98. IWA Publishing.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Data Penduduk dan Fasilitas Umum dan Hasil Perhitungan
Metode Proyeksi Penduduk

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Data Penduduk Kecamatan Tarik Tahun 2011–2019

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (%)	Rata-rata Persentase Pertumbuhan Penduduk
2011	62.620	0	1,95%
2012	62.975	0,57%	
2013	68.277	8,42%	
2014	68.910	0,93%	
2015	63.644	-7,64%	
2016	70.371	10,57%	
2017	69.099	-1,81%	
2018	68.074	-1,48%	
2019	72.206	6,07%	

Contoh perhitungan:

- Pertumbuhan penduduk Kecamatan Tarik Tahun 2012

$$= \frac{62.975 - 62.620}{62.620} \times 100\%$$

$$= 0,57\%$$

Penentuan Nilai Korelasi Metode Proyeksi Kecamatan Tarik

a. Metode Aritmatika

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	62.620	1	0	0	1	0
2	2012	62.975	2	355	710	4	126.025
3	2013	68.277	3	5.302	15.906	9	28.111.204
4	2014	68.910	4	633	2.532	16	400.689
5	2015	63.644	5	-5.266	-26.330	25	27.730.756
6	2016	70.371	6	6.727	40.362	36	45.252.529
7	2017	69.099	7	-1.272	-8.904	49	1.617.984
8	2018	68.074	8	-1.025	-8.200	64	1.050.625
9	2019	72.206	9	4.132	37.188	81	17.073.424
Jumlah			45	9.586	53.264	285	121.363.236
r							0,0653

Contoh perhitungan:

- $$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum y)(\sum x)}{\sqrt{\{n(\sum y^2) - (\sum y)^2\} \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}}}$$

$$= \frac{9(53.264) - (9.586)(4)}{\sqrt{\{9(121.363.236) - (9.586)^2\} \{9(45) - (285)^2\}}}$$

$$= 0,0653$$

b. Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	62.620	1	11,045	11,045	1	121,988
2	2012	62.975	2	11,050	22,101	4	122,113
3	2013	68.277	3	11,131	33,394	9	123,906
4	2014	68.910	4	11,141	44,562	16	124,112
5	2015	63.644	5	11,061	55,305	25	122,347
6	2016	70.371	6	11,162	66,969	36	124,580
7	2017	69.099	7	11,143	78,003	49	124,173
8	2018	68.074	8	11,128	89,027	64	123,840
9	2019	72.206	9	11,187	100,686	81	125,155
Jumlah			45	100,049	501,092	285	1.112,216
r							0,7510

c. Metode *Least Square*

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	62.620	1	62.620	62.620	1	3.921.264.400
2	2012	62.975	2	62.975	125.950	4	3.965.850.625
3	2013	68.277	3	68.277	204.831	9	4.661.748.729
4	2014	68.910	4	68.910	275.640	16	4.748.588.100
5	2015	63.644	5	63.644	318.220	25	4.050.558.736
6	2016	70.371	6	70.371	422.226	36	4.952.077.641
7	2017	69.099	7	69.099	483.693	49	4.774.671.801
8	2018	68.074	8	68.074	544.592	64	4.634.069.476
9	2019	72.206	9	72.206	649.854	81	5.213.706.436
Jumlah			45	606.176	3.087.626	285	40.922.535.944
r							0,7523

Data Penduduk Kecamatan Prambon Tahun 2011 – 2019

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (%)	Rata-rata Persentase Pertumbuhan Penduduk
2011	78.228	0	1,13%
2012	77.364	-1,10%	
2013	77.841	0,62%	
2014	80.595	3,54%	
2015	75.858	-5,88%	
2016	81.541	7,49%	
2017	82.647	1,36%	
2018	84.095	1,75%	
2019	85.157	1,26%	

Penentuan Nilai Korelasi Metode Proyeksi Kecamatan Prambon

a. Metode Aritmatika

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	78.228	1	0	0	1	0
2	2012	77.364	2	-864	-1.728	4	746.496
3	2013	77.841	3	477	1.431	9	227.529
4	2014	80.595	4	2.754	11.016	16	7.584.516
5	2015	75.858	5	-4.737	-23.685	25	22.439.169
6	2016	81.541	6	5.683	34.098	36	32.296.489
7	2017	82.647	7	1.106	7.742	49	1.223.236
8	2018	84.095	8	1.448	11.584	64	2.096.704
9	2019	85.157	9	1.062	9.558	81	1.127.844
Jumlah			45	6.929	50.016	285	67.741.983
r							0,2512

b. Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	78.228	1	11,267	11,267	1	126,954
2	2012	77.364	2	11,256	22,513	4	126,704
3	2013	77.841	3	11,262	33,787	9	126,842
4	2014	80.595	4	11,297	45,189	16	127,627
5	2015	75.858	5	11,237	56,183	25	126,262
6	2016	81.541	6	11,309	67,853	36	127,890
7	2017	82.647	7	11,322	79,256	49	128,195
8	2018	84.095	8	11,340	90,718	64	128,589
9	2019	85.157	9	11,352	102,170	81	128,874
Jumlah			45	101,643	508,936	285	1.148
r							0,8187

c. Metode *Least Square*

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	78.228	1	78.228	78.228	1	6.119.619.984
2	2012	77.364	2	77.364	154.728	4	5.985.188.496
3	2013	77.841	3	77.841	233.523	9	6.059.221.281
4	2014	80.595	4	80.595	322.380	16	6.495.554.025
5	2015	75.858	5	75.858	379.290	25	5.754.436.164
6	2016	81.541	6	81.541	489.246	36	6.648.934.681
7	2017	82.647	7	82.647	578.529	49	6.830.526.609
8	2018	84.095	8	84.095	672.760	64	7.071.969.025
9	2019	85.157	9	85.157	766.413	81	7.251.714.649
Jumlah			45	723.326	3.675.097	285	58.217.164.914
r							0,8247

Data Penduduk Kecamatan Krembung Tahun 2011 – 2019

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (%)	Rata-rata Persentase Pertumbuhan Penduduk
2011	60.316	0	2,93%
2012	60.744	0,71%	
2013	61.057	0,52%	
2014	61.422	0,60%	
2015	67.736	10,28%	
2016	69.574	2,71%	
2017	71.000	2,05%	
2018	72.562	2,20%	
2019	75.731	4,37%	

Penentuan Nilai Korelasi Metode Proyeksi Kecamatan Krembung

a. Metode Aritmatika

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	60.316	1	0	0	1	0
2	2012	60.744	2	428	856	4	183.184
3	2013	61.057	3	313	939	9	97.969
4	2014	61.422	4	365	1.460	16	133.225
5	2015	67.736	5	6.314	31.570	25	39.866.596
6	2016	69.574	6	1.838	11.028	36	3.378.244
7	2017	71.000	7	1.426	9.982	49	2.033.476
8	2018	72.562	8	1.562	12.496	64	2.439.844
9	2019	75.731	9	3.169	28.521	81	10.042.561
Jumlah			45	15.415	96.852	285	58.175.099
r							0,4530

b. Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	60.316	1	11,007	11,007	1	121,162
2	2012	60.744	2	11,014	22,029	4	121,318
3	2013	61.057	3	11,020	33,059	9	121,431
4	2014	61.422	4	11,026	44,102	16	121,562
5	2015	67.736	5	11,123	55,617	25	123,729
6	2016	69.574	6	11,150	66,901	36	124,326
7	2017	71.000	7	11,170	78,193	49	124,779
8	2018	72.562	8	11,192	89,538	64	125,265
9	2019	75.731	9	11,235	101,114	81	126,224
Jumlah			45	99,938	501,560	285	1.109,795
r							0,9657

c. Metode Least Square

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	60.316	1	60.316	60.316	1	3.638.019.856
2	2012	60.744	2	60.744	121.488	4	3.689.833.536
3	2013	61.057	3	61.057	183.171	9	3.727.957.249
4	2014	61.422	4	61.422	245.688	16	3.772.662.084
5	2015	67.736	5	67.736	338.680	25	4.588.165.696
6	2016	69.574	6	69.574	417.444	36	4.840.541.476
7	2017	71.000	7	71.000	497.000	49	5.041.000.000
8	2018	72.562	8	72.562	580.496	64	5.265.243.844
9	2019	75.731	9	75.731	681.579	81	5.735.184.361
Jumlah			45	600.142	3.125.862	285	40.298.608.102
r							0,9661

Data Penduduk Kecamatan Balong Bendo Tahun 2011 – 2019

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (%)	Rata-rata Persentase Pertumbuhan Penduduk
2011	69.513	0	1,86%
2012	68.548	-1,39%	
2013	70.452	2,78%	
2014	70.776	0,46%	
2015	72.281	2,13%	
2016	78.803	9,02%	
2017	78.421	-0,48%	
2018	76.970	-1,85%	
2019	80.222	4,23%	

Penentuan Nilai Korelasi Metode Proyeksi Kecamatan Balong Bendo

a. Metode Aritmatika

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	69.513	1	0	0	1	0
2	2012	68.548	2	-965	-1.930	4	931.225
3	2013	70.452	3	1.904	5.712	9	3.625.216
4	2014	70.776	4	324	1.296	16	104.976
5	2015	72.281	5	1.505	7.525	25	2.265.025
6	2016	78.803	6	6.522	39.132	36	42.536.484
7	2017	78.421	7	-382	-2.674	49	145.924
8	2018	76.970	8	-1.451	-11.608	64	2.105.401
9	2019	80.222	9	3.252	29.268	81	10.575.504
Jumlah			45	10.709	66.721	285	62.289.755
r							0,2417

b. Metode Geometrik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	69.513	1	11,149	11,149	1	124,306
2	2012	68.548	2	11,135	22,271	4	123,995
3	2013	70.452	3	11,163	33,488	9	124,606
4	2014	70.776	4	11,167	44,669	16	124,708
5	2015	72.281	5	11,188	55,942	25	125,178
6	2016	78.803	6	11,275	67,648	36	127,119
7	2017	78.421	7	11,270	78,889	49	127,009
8	2018	76.970	8	11,251	90,009	64	126,589
9	2019	80.222	9	11,293	101,633	81	127,522
Jumlah			45	100,891	505,698	285	1.131,032
r							0,9249

c. Metode *Least Square*

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	2011	69.513	1	69.513	69.513	1	4.832.057.169
2	2012	68.548	2	68.548	137.096	4	4.698.828.304
3	2013	70.452	3	70.452	211.356	9	4.963.484.304
4	2014	70.776	4	70.776	283.104	16	5.009.242.176
5	2015	72.281	5	72.281	361.405	25	5.224.542.961
6	2016	78.803	6	78.803	472.818	36	6.209.912.809
7	2017	78.421	7	78.421	548.947	49	6.149.853.241
8	2018	76.970	8	76.970	615.760	64	5.924.380.900
9	2019	80.222	9	80.222	721.998	81	6.435.569.284
Jumlah			45	665.986	3.421.997	285	49.447.871.148
r							0,9227

Data Fasilitas Umum Kecamatan Tarik Tahun 2019

Fasilitas Pendidikan		
	Jumlah	Murid
TK/RA	21	995
SD/MI	32	4.767
SMP/MTs	8	2.735
SMA/SMK/MA	6	1.742
Fasilitas Kesehatan		
	Jumlah	Bed
Rumah Sakit	1	100
Puskesmas	1	
Fasilitas Peribadatan		
	Jumlah	
Masjid	46	
Mushala	248	
Gereja	0	
Pura	0	
Industri		
	Jumlah	
Besar/Sedang	7	
Kecil	39	
Kerajinan Rakyat	1	

Data Fasilitas Umum Kecamatan Prambon Tahun 2019

Fasilitas Pendidikan		
	Jumlah	Murid
TK/RA	37	1.716
SD/MI	36	6.817
SMP/MTs	9	2.142
SMA/SMK/MA	4	803
Fasilitas Kesehatan		
	Jumlah	Bed
Rumah Sakit	1	50
Puskesmas	1	
Fasilitas Peribadatan		
	Jumlah	
Masjid	43	
Mushala	305	
Gereja	0	
Pura	1	
Industri		
	Jumlah	
Besar/Sedang	14	
Kecil	107	
Kerajinan Rakyat	88	

Data Fasilitas Umum Kecamatan Krembung Tahun 2019

Fasilitas Pendidikan		
	Jumlah	Murid
TK/RA	35	1.773
SD/MI	30	4.815
SMP/MTs	6	2.525
SMA/SMK/MA	5	2.284
Fasilitas Kesehatan		
	Jumlah	Bed
Rumah Sakit	0	
Puskesmas	1	
Fasilitas Peribadatan		
	Jumlah	
Masjid	37	
Mushala	270	
Gereja	2	
Pura	1	
Industri		
	Jumlah	
Besar/Sedang	16	
Kecil	56	
Kerajinan Rakyat	120	

Data Fasilitas Umum Kecamatan Balong Bendo Tahun 2019

Fasilitas Pendidikan		
	Jumlah	Murid
TK/RA	23	1.453
SD/MI	34	6.264
SMP/MTs	7	2.518
SMA/SMK/MA	4	585
Fasilitas Kesehatan		
	Jumlah	Bed
Rumah Sakit	1	100
Puskesmas	1	
Fasilitas Peribadatan		
	Jumlah	
Masjid	55	
Mushala	225	
Gereja	1	
Pura	0	
Industri		
	Jumlah	
Besar/Sedang	33	
Kecil	12	
Kerajinan Rakyat	23	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

Hasil Uji Air Baku di Laboratorium

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Hasil Pengujian Air Baku



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
 TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

PEMERIKSAAN FISIKA, KIMIA AIR

Nomor Laboratorium : 100-005/03/AKL/2020
 Dikirim Oleh : Sdr. Eralde
 Diterima Tanggal : 02/Maret/2020
 Sampel Dari : Air di Long Storage Kalimati

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Kelas II *	Hasil Analisa	Metoda
A. FISIKA					
1	Temperatur	°C	deviasi 3	24	Termometer
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	1000	186	Gravimetri
3	Padatan Tersuspensi (SS)	mg/L	50	52	Gravimetri
B. KIMIA					
1	pH	-	6,0 - 9,0	8,70	pH meter
2	Total Phospat	mg/L PO ₄ -P	0,2	0,25	Spektropotometri
3	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	10	0,00	Spektropotometri
4	Nitrit	mg/L NO ₂ -N	0,06	0,01	Spektropotometri
5	Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	(-)	0,11	Spektropotometri
6	BOD	mg/L O ₂	3	18	Winkler
7	COD	mg/L O ₂	25	34	Reflux/Titrimetri
8	Disolved Oxygen (DO)	mg/L O ₂	4	6,70	Iodometri
9	Detergent Anionik	mg/L LAS	0,2	0,07	Spektropotometri
10	Fenol	mg/L	0,001	0,00	Spektropotometri
11	Minyak & Lemak	mg/L	1	2,00	Gravimetri

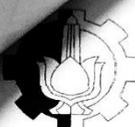
Surabaya, 13 Maret 2020
 Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
 Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS
 Kepala,

*] = PP No. 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001

Catatan :
 Laporan ini dibuat untuk contoh air yang diterima laboratorium kami.

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc
 NIP. 195501281985032001

Hasil Percobaan Jar Test



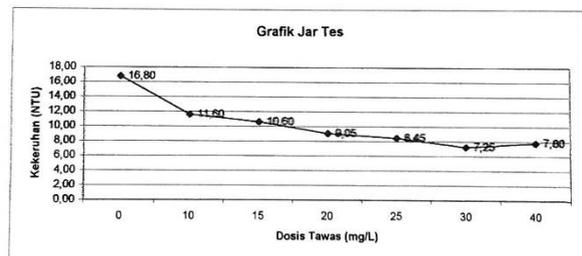
LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKLOLO SURABAYA
 TELEPON (031)5948866, FAX. (031)5928387

DATA PERCOBAAN JAR TES

Asal Sampel : Air Baku Long Storage Kalimat
 Pemilik : Sdr. Erialdo
 Dikirim Tanggal : 02 Maret 2020
 Kekeruhan Awal : 16,80 NTU
 pH Awal : 8,70
 Koagulan : Tawas

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	10	15	20	25	30	40
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	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit	10 menit
- pH	8,70	8,10	7,70	7,70	7,60	7,5	7,30
- Kekeruhan (NTU)	16,80	11,60	10,60	9,05	8,45	7,25	7,80



Surabaya, 13 Maret 2020
 Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan
 Departemen Teknik Lingkungan FTSPK ITS
 Kepala,

Prof. Dr. Ir. Nieke Karmaningroem, MSc
 NIP. 195501281985032001

LAMPIRAN C

Katalog dan Spesifikasi Alat dan Mesin

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Spesifikasi Pompa *Intake*



SUNNY POWER <http://wfsunny-machinery.en.made-in-china.com>

PRECISION WORK EQUALS TO QUALITY FORMOST

Cheap Price Big Capacity 16inch Diesel Water Pump for Irrigation or Flood Option of Trailer and Rain Cover

Get Latest Price > [Chat with Supplier.](#)

Min. Order / Reference FOB Price
1 Set **US \$1,000-65,000/ Set**

Port: Qingdao, China

Production Capacity: 2000PCS/Year

Payment Terms: T/T

Max. Head: 5-600m

Max. Capacity: 9000m3/H

Driving Type: Diesel Engine

Material: Cast Iron

Structure: Single-stage Pump

Assembly: Liquid Pumps

Spesifikasi Pompa Menara *Backwash*

Pompa Sentrifugal 15 kW 3 x 2.5 Inch F65/200B



Spesifikasi produk

Daya Listrik	15000 Watt (3phase)
Daya Start Listrik	
Daya Hisap	7 Meter (Max)
Daya Dorong	46 Meter (Max)
Debit Air	2000 Liter/Menit (Max)
Pressure	
Inlet	3 inch
Outlet	2 1/2 Inch
Otomatis	NO

Katalog Pipa Galvanis

Tabel berat/tebal pipa Spindo tipis SNI(LGH SNI)

Diameter dalam		Diameter luar (mm)			tebal (mm)	Berat nominal pipa tanpa lapis seng sebelum diulir(kg/m)
(mm)	(inci)	nominal	maks	min		
15	½	21,4	21,8	21	2	0,947
20	¾	26,8	27,2	26,4	2,3	1,38
25	1	33,6	34	33,2	2,6	1,98
32	1¼	42,3	42,7	41,9	2,6	2,54
40	1½	48,2	48,6	47,8	2,9	3,23
50	2	60,2	60,8	59,6	2,9	4,08
65	2½	76,0	76,7	75,2	3,2	5,71
80	3	88,8	89,7	87,9	3,2	6,72
100	4	114,1	115,3	113	3,6	9,75
125	5	139,7	140,5	137,7	3,6	12,08
150	6	165,1	166,8	163,4	3,6	14,34
200	8	219,1	221,3	216,9	5	26,40
250	10	273	275,7	270,3	5	33,04
300	12	323,8	327	320,6	5	39,31
350	14	355,6	359,2	352	5,6	48,33
400	16	406,4	410,5	402,3	5,6	55,35
450	18	457	461,6	452,4	6,4	71,12
500	20	508	513,1	502,9	6,4	79,16
600	24	610	616,1	603,9	6,4	95,26

Catatan : toleransi tebal pipa tipis +10% ÷ -8%

Katalog Pipa PVC

PIPA PVC RUCIKA STANDARD UNTUK APLIKASI AIR BERSIH & AIR BUANGAN				
12 Maret 2016		(PANJANG 4 M / BATANG)		
PRODUK	UKURAN		TIPE	
	inch	mm	AW*	D**
	1/2"	22	Rp. 23.300,-	*
	3/4"	26	Rp. 31.700,-	*
	1"	32	Rp. 43.300,-	*
	1-1/4"	42	Rp. 64.800,-	Rp. 40.700,-
	1-1/2"	48	Rp. 74.400,-	Rp. 46.000,-
	2"	60	Rp. 95.200,-	Rp. 59.000,-
	2-1/2"	76	Rp. 138.900,-	Rp. 79.700,-
	3"	89	Rp. 195.600,-	Rp. 105.800,-
	4"	114	Rp. 324.100,-	Rp. 166.400,-
	5"	140	Rp. 513.500,-	Rp. 256.300,-
	6"	165	Rp. 720.200,-	Rp. 338.100,-
	8"	216	Rp. 1.208.600,-	Rp. 594.600,-
10"	267	Rp. 1.868.800,-	Rp. 979.400,-	
12"	318	Rp. 2.635.000,-	Rp. 1.374.800,-	

Katalog Fitting Pipa Galvanis



PT. BUSUR KILAT PERKASA
 General Supplier Pipa PVC, Cip dan Accessories

Jl. Raya Pasiah Jangung Timur No. 7, Kecamatan Dugdaik Kec. Serpong Utara Kota Tangerang Selatan 15354
 Telp. (021) 54333333
 E-mail : pt.busurkilatperkasa@yahoo.com / busurkilat@ymail.com

Daftar Harga Fitting Steel Flange Ricon Tanggal 02 Agustus 2016

No	Description	3/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	28"
1	Flange F1CS 1/2 1/2 1/2K	38.100	44.800	52.800	58.300	65.500	71.000	77.600	87.400	100.700	154.100	182.000	205.800	278.600	346.400	374.000	408.100	450.000	491.900	533.800	575.700
2	Flange F1CS 1/2 2 1/2 2K	40.200	46.300	57.200	64.000	72.500	81.000	89.500	102.400	120.100	184.200	216.100	248.000	331.800	415.600	443.200	476.300	519.400	562.500	605.600	648.700
3	Flange F1CS 1/2 3 1/2 3K	51.000	63.400	81.200	102.800	127.500	157.000	187.000	214.400	258.900	409.800	474.600	539.400	713.200	887.000	951.800	1016.600	1081.400	1146.200	1211.000	1275.800
4	Flange F1CS 1/2 4 1/2 4K	28.600	31.900	38.300	54.300	64.300	79.500	89.500	88.600	116.500	149.400	178.500	224.200	338.000	408.800	437.900	467.000	496.100	525.200	554.300	583.400
5	Flange F1CS 3/4 5/8 5K	27.200	30.400	36.200	51.600	64.000	75.000	84.000	82.300	111.600	142.000	170.000	211.000	311.200	382.000	411.100	440.200	469.300	498.400	527.500	556.600
6	Flange F1CS 3/4 1 1/2 1 1/2K	44.800	57.000	75.000	95.300	112.300	135.300	155.300	208.300	297.200	427.100	546.000	665.000	1020.000	1265.000	1364.000	1463.000	1562.000	1661.000	1760.000	1859.000
7	Blind Flange F1CS 1/2 2 1/2 1/2K	52.800	67.300	89.400	111.800	124.800	160.800	193.800	216.800	267.200	440.100	527.100	605.000	1.065.000	1.302.000	1.391.000	1.480.000	1.569.000	1.658.000	1.747.000	1.836.000
8	Blind Flange F1CS 3/4 3 1/2 3 1/2K	48.000	60.000	81.200	101.800	111.800	143.800	173.800	193.800	244.800	396.100	475.000	554.000	943.000	1.161.000	1.250.000	1.339.000	1.428.000	1.517.000	1.606.000	1.695.000
9	Blind Flange F1CS 1/2 4 1/2 4 1/2K	48.000	60.000	81.200	101.800	111.800	143.800	173.800	193.800	244.800	396.100	475.000	554.000	943.000	1.161.000	1.250.000	1.339.000	1.428.000	1.517.000	1.606.000	1.695.000
10	Blind Flange F1CS 3/4 5 1/2 5 1/2K	48.000	60.000	81.200	101.800	111.800	143.800	173.800	193.800	244.800	396.100	475.000	554.000	943.000	1.161.000	1.250.000	1.339.000	1.428.000	1.517.000	1.606.000	1.695.000
11	Blind Flange F1CS 1/2 6 1/2 6 1/2K	51.400	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
12	Blind Flange F1CS 3/4 6 1/2 6 1/2K	48.000	60.000	78.400	95.000	102.700	140.800	177.800	224.100	310.100	454.000	537.200	620.400	912.000	1.302.000	1.486.000	1.670.000	1.854.000	2.038.000	2.222.000	2.406.000
13	Blind Flange F1CS 1/2 8 1/2 8 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
14	Blind Flange F1CS 3/4 8 1/2 8 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
15	Blind Flange F1CS 1/2 10 1/2 10 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
16	Blind Flange F1CS 3/4 10 1/2 10 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
17	Blind Flange F1CS 1/2 12 1/2 12 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
18	Blind Flange F1CS 3/4 12 1/2 12 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
19	Blind Flange F1CS 1/2 14 1/2 14 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
20	Blind Flange F1CS 3/4 14 1/2 14 1/2K	54.000	74.200	96.000	102.400	118.500	158.500	217.500	277.500	337.500	511.000	609.000	707.000	1.092.000	1.782.000	1.966.000	2.150.000	2.334.000	2.518.000	2.702.000	2.886.000
21	Welding Neck Flange F1CS 1/2 1/2 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
22	Welding Neck Flange F1CS 3/4 3/4 3/4 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
23	Welding Neck Flange F1CS 1/2 2 1/2 2 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
24	Welding Neck Flange F1CS 3/4 3 1/2 3 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
25	Welding Neck Flange F1CS 1/2 4 1/2 4 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
26	Welding Neck Flange F1CS 3/4 5 1/2 5 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
27	Welding Neck Flange F1CS 1/2 6 1/2 6 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
28	Welding Neck Flange F1CS 3/4 6 1/2 6 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
29	Welding Neck Flange F1CS 1/2 8 1/2 8 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000
30	Welding Neck Flange F1CS 3/4 8 1/2 8 1/2 PN	51.000	60.800	80.800	104.000	118.000	148.000	178.000	218.000	278.000	479.000	580.000	681.000	1.041.000	1.402.000	1.511.000	1.620.000	1.729.000	1.838.000	1.947.000	2.056.000

Keterangan:
 1. Harga termasuk PPN 10%
 2. Harga & masa berlaku tidak overnight
 3. Harga netto

Katalog *Fitting* Pipa PVC

Harga Fitting PVC Rucika AW	
Cap/Dop	
Untuk informasi stok dan diskon, silahkan hubungi sales: 0838 7354 4537	
WhatsApp Telepon	
Ukuran (inch)	Harga/pcs (Rp)
1/2"	Rp 1,000
3/4"	Rp 1,300
1"	Rp 2,000
2"	Rp 6,800
2-1/2"	Rp 14,100
3"	Rp 21,300
4"	Rp 44,600
6"	Rp 76,700
8"	Rp 150,400

Harga Fitting PVC Rucika AW	
Tee	
Untuk informasi stok dan diskon, silahkan hubungi sales: 0838 7354 4537	
WhatsApp Telepon	
Ukuran (inch)	Harga/pcs (Rp)
1/2"	Rp 2,500
3/4" x 1/2"	Rp 3,500
3/4"	Rp 3,500
1" x 1/2"	Rp 5,200
1" x 3/4"	Rp 5,400
1"	Rp 5,700
1-1/4" x 1/2"	Rp 7,700
1-1/4" x 3/4"	Rp 8,100
1-1/4" x 1"	Rp 9,200
1-1/4"	Rp 9,500
1-1/2" x 1/2"	Rp 10,600
1-1/2" x 3/4"	Rp 10,600
1-1/2" x 1"	Rp 11,300
1-1/2" x 1-1/4"	Rp 12,700
1-1/2"	Rp 12,700
2" x 1/2"	Rp 12,600
2" x 3/4"	Rp 12,600
2" x 1"	Rp 13,400
2" x 1-1/4"	Rp 18,400
2" x 1-1/2"	Rp 18,500

Harga Fitting PVC Rucika AW

Elbow/Knee 90°

Untuk informasi stok dan diskon, silahkan hubungi sales: **0838 7354 4537**

[WhatsApp](#)

[Telepon](#)

Ukuran (inch)	Harga/pcs (Rp)
1/2"	Rp 1.800
3/4"	Rp 2.500
1"	Rp 3.900
1-1/4"	Rp 6.800
1-1/2"	Rp 9.400
2"	Rp 14.300
2-1/2"	Rp 22.000
3"	Rp 37.900
4"	Rp 70.200
5"	Rp 106.200
6"	Rp 177.600
8"	Rp 402.300
10"	Rp 537.600

LAMPIRAN D

Konstanta Pengukuran

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel Densitas dan Viskositas Air

DENSITY AND VISCOSITY OF WATER			
TEMPERATURE (°C)	DENSITY (gms/cm ³ , γ)	ABSOLUTE VISCOSITY (centipoise ^a , μ)	KINEMATIC VISCOSITY (centistokes ^b , ν)
0	0.99987	1.7921	1.7923
1	0.99993	1.7320	1.7321
2	0.99997	1.6740	1.6741
3	0.99999	1.6193	1.6193
4	1.00000	1.5676	1.5676
5	0.99999	1.5188	1.5188
6	0.99997	1.4726	1.4726
7	0.99993	1.4288	1.4288
8	0.99988	1.3872	1.3874
9	0.99981	1.3476	1.3479
10	0.99973	1.3097	1.3101
11	0.99963	1.2735	1.2740
12	0.99952	1.2390	1.2396
13	0.99940	1.2061	1.2068
14	0.99927	1.1748	1.1756
15	0.99913	1.1447	1.1457
16	0.99897	1.1156	1.1168
17	0.99880	1.0876	1.0888
18	0.99862	1.0603	1.0618
19	0.99843	1.0340	1.0356
20	0.99823	1.0087	1.0105
21	0.99802	0.9843	0.9863
22	0.99780	0.9608	0.9629
23	0.99757	0.9380	0.9403
24	0.99733	0.9161	0.9186
25	0.99707	0.8949	0.8975
26	0.99681	0.8746	0.8774
27	0.99654	0.8551	0.8581
28	0.99626	0.8363	0.8394
29	0.99597	0.8181	0.8214
30	0.99568	0.8004	0.8039
31	0.99537	0.7834	0.7870
32	0.99505	0.7670	0.7708

TEMPERATURE (°C)	DENSITY (gms/cm ³ , γ)	ABSOLUTE VISCOSITY (centipoise ^a , μ)	KINEMATIC VISCOSITY (centistokes ^b , ν)
33	0.99473	0.7511	0.7551
34	0.99440	0.7357	0.7398
35	0.99406	0.7208	0.7251
36	0.99371	0.7064	0.7109
37	0.99336	0.6925	0.6971
38	0.99299	0.6791	0.6839
39	0.99262	0.6661	0.6711

^a 1 centipoise = 10^{-2} (gram mass)/(cm)(s). To express the absolute viscosity (μ) as (N)(s)/(m²), multiply centipoise by 10^{-3} . To express the absolute viscosity (μ) as (lb mass)/(ft)(sec), multiply centipoise by 6.72×10^{-4} . To express the absolute viscosity (μ) as (lb force)(sec)/(ft²), multiply centipoise by 2.088×10^{-5} .

^b 1 centistoke = 10^{-2} cm²/s. To express the kinematic viscosity (ν) as m²/s, multiply centistokes by 10^{-6} . To express the kinematic viscosity (ν) as ft²/sec, multiply centistokes by 1.075×10^{-5} .
From *International Critical Tables*, 1928 and 1929.

Sumber: Reynolds dan Richards (1996)

Tabel Faktor Bentuk Batang *Bar Screen*

Bar Type	β
Sharp-edged rectangular	2.42
Rectangular with semicircular upstream face	1.83
Circular	1.79
Rectangular with semicircular upstream and downstream faces	1.67
Tear shape	0.76

Sumber: Qasim dan Zhu (2018)



TUGAS AKHIR - RE 184804

**GAMBAR *DETAILED ENGINEERING DESIGN*
(DED)**

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR
(IPA) DI *LONG STORAGE* KALIMATI
KABUPATEN SIDOARJO**

ERIALDO INDRA PRATAMA
0321164000058

Dosen Pembimbing
Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

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



FINAL PROJECT - RE 184804

**DETAILED ENGINEERING DESIGN (DED)
DRAWINGS**

**PLANNING OF WATER TREATMENT PLANT
(WTP) IN KALIMATI LONG STORAGE
SIDOARJO REGENCY**

ERIALDO INDRA PRATAMA
0321164000058

Supervisor
Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

DAFTAR ISI

Tata Letak IPA.....	1
Profil Hidrolis	2
Denah Unit <i>Intake</i>	3
Potongan A-A, B-B, dan C-C Unit <i>Intake</i>	4
Denah Unit Koagulasi dan Flokulasi	5
Potongan A-A dan B-B Unit Koagulasi.....	6
Detail A Pipa Pembubuh Koagulan	7
Potongan C-C Unit Flokulasi	8
Potongan D-D Unit Flokulasi	9
Potongan E-E Unit Flokulasi.....	10
Denah Unit Sedimentasi.....	11
Potongan A-A Unit Sedimentasi dan Detail B Potongan Memanjang <i>Laundry</i>	12
Potongan B-B Unit Sedimentasi	13
Potongan C-C Unit Sedimentasi	14
Potongan D-D Unit Sedimentasi	15
Detail C Potongan Melintang <i>Laundry</i>	16
Denah Unit Filter Pasir Cepat.....	17
Potongan A-A Unit Filter Pasir Cepat.....	18
Potongan B-B Unit Filter Pasir Cepat.....	19
Detail D Sistem <i>Underdrain</i>	20



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Tata Letak IPA

KETERANGAN

- Pipa Utama
- Pipa Sistem Backwash
- Pipa Koagulan
- Steel Grating Tebal 2 cm

1. Bar Screen
2. Unit Intake
3. Rumah Pomba
4. Unit Koagulasi
5. Bak Pengadukan Koagulan
6. Unit Flokulasi
7. Unit Sedimentasi
8. Unit Filter Pasir Cepat
9. Menara Backwash
10. Kantor, Gudang, dan Unit Belt Filter Press

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
 NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

Erialdo Indra Pratama
 NRP 03211640000058

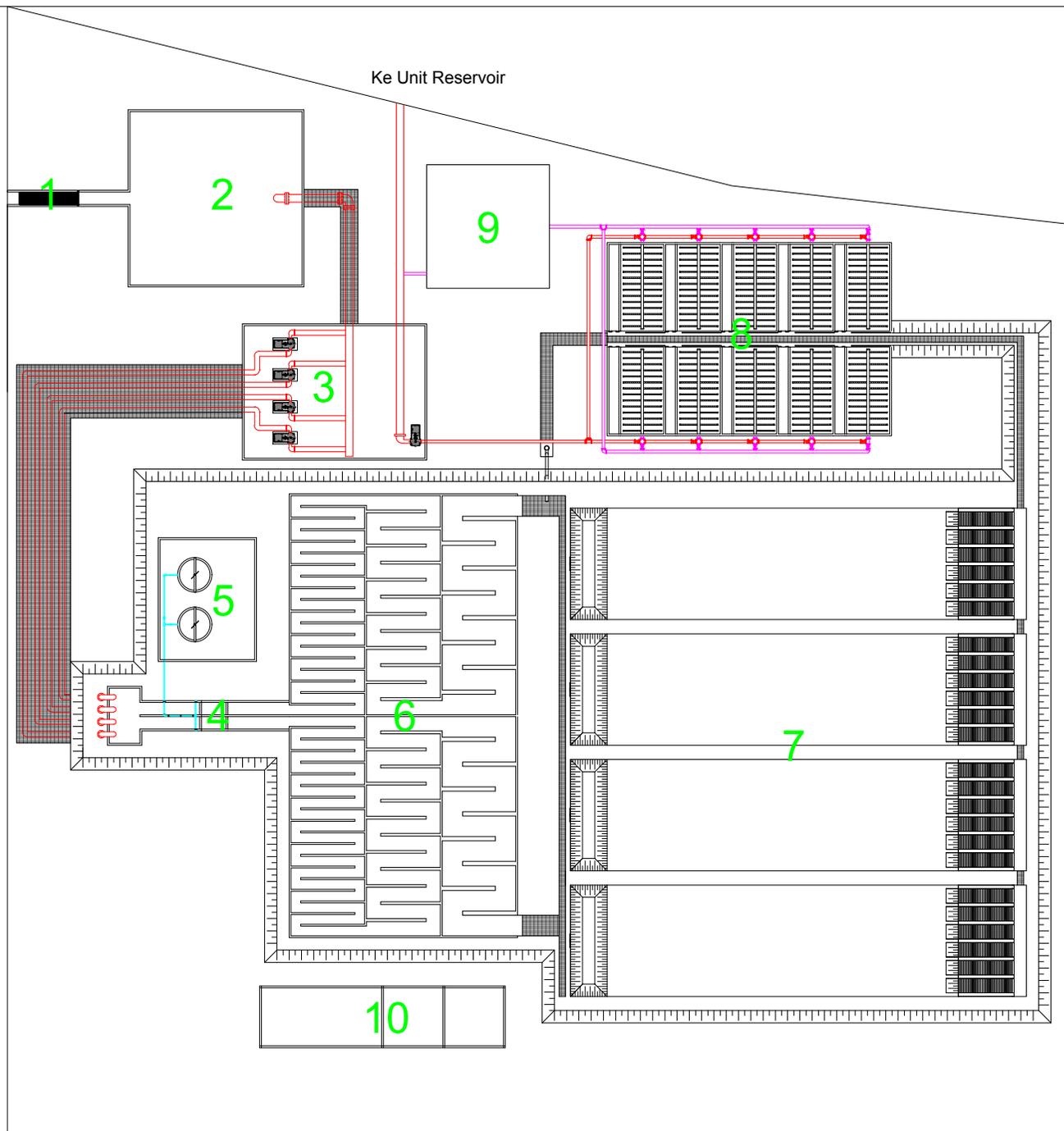
NOMOR LEMBAR

1

JUMLAH LEMBAR

20

Tata Letak IPA
 Skala 1 : 500



Long Storage Kalimati



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Profil Hidrolis

KETERANGAN

- Aliran Air
- Muka Air

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
 NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

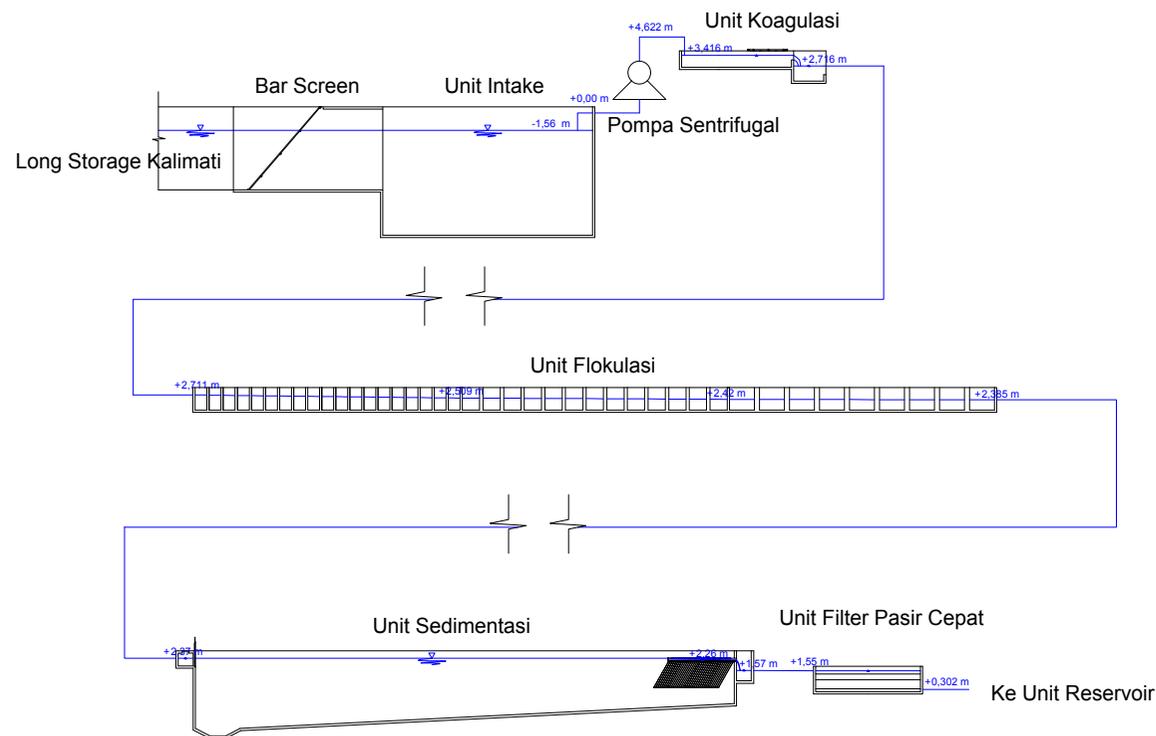
Erialdo Indra Pratama
 NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

2

JUMLAH LEMBAR

20



Profil Hidrolis
 Skala 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Denah Unit Intake

KETERANGAN

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

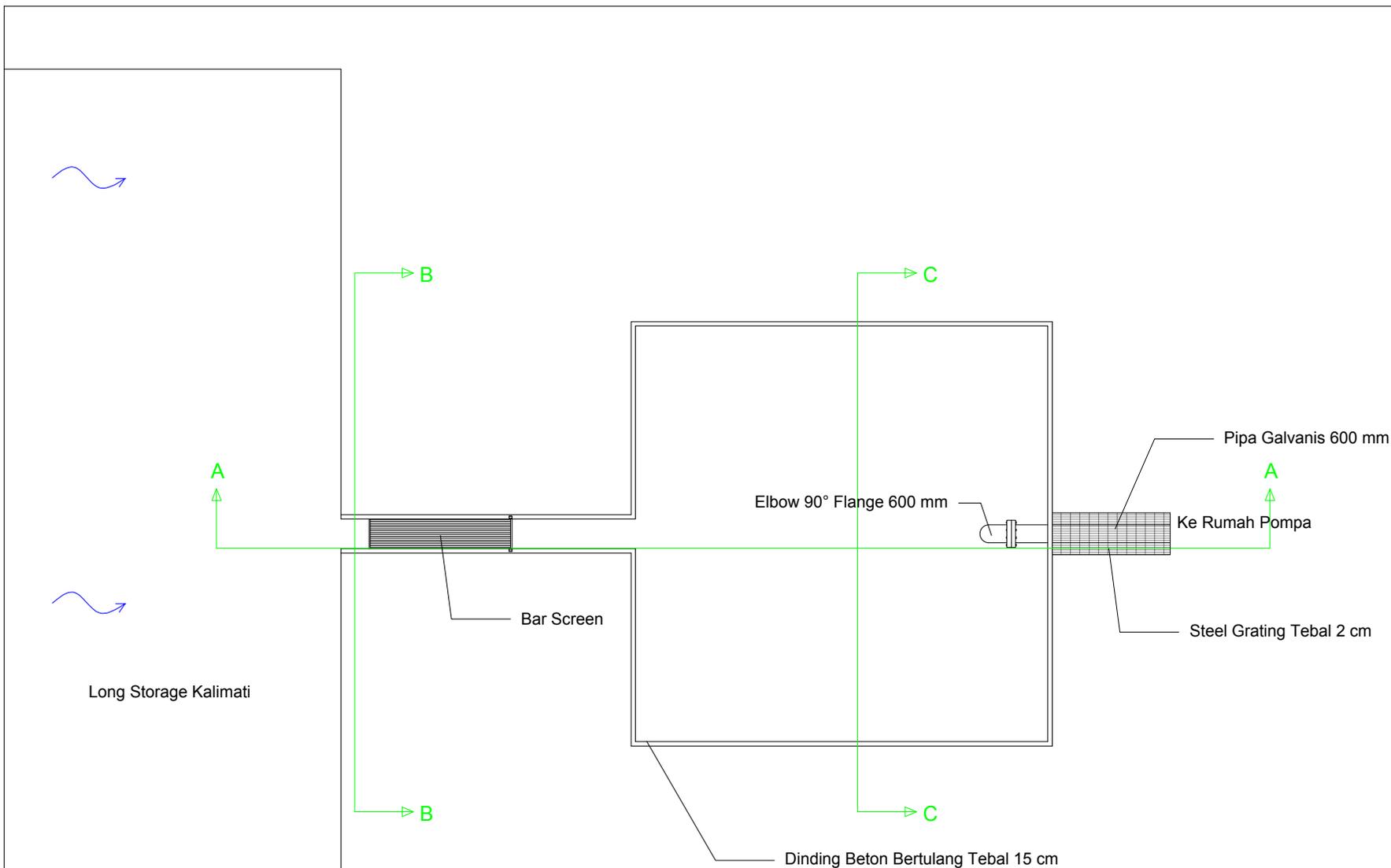
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

3

JUMLAH LEMBAR

20



Denah Unit Intake
Skala 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Intake

KETERANGAN

-  Dinding Beton
-  Muka Tanah
-  Muka Air

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

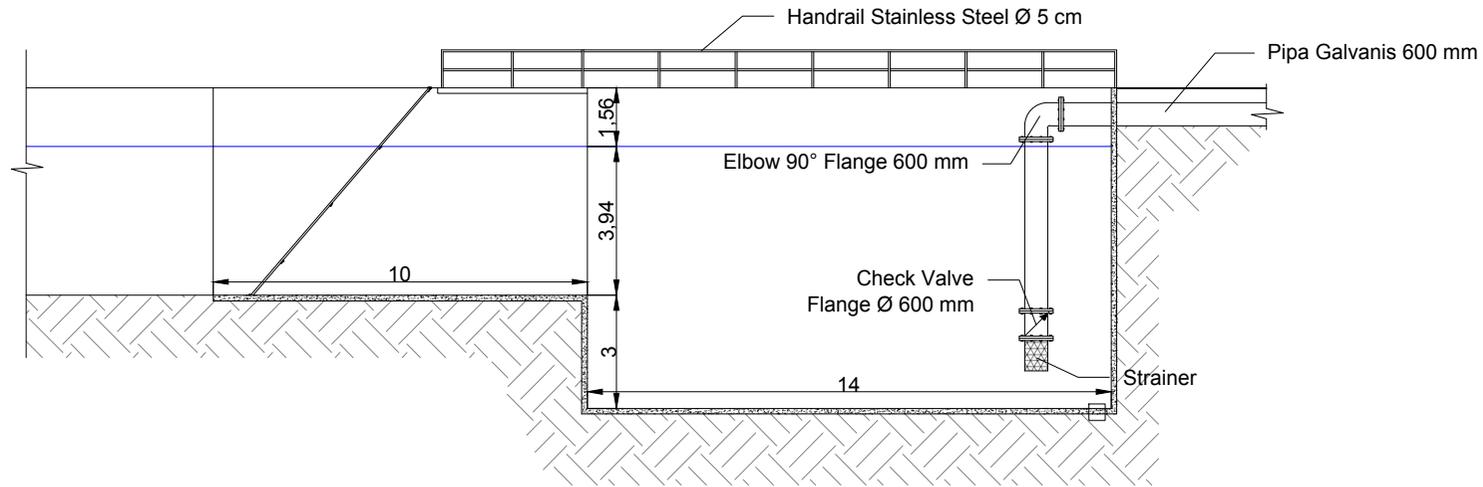
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

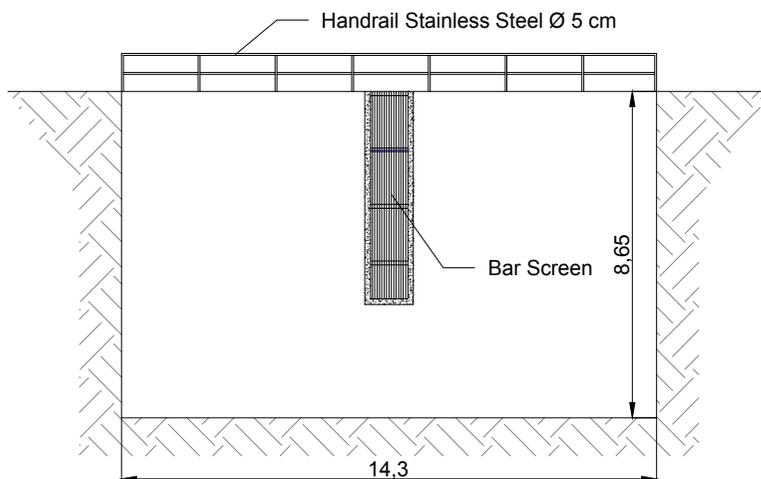
4

JUMLAH LEMBAR

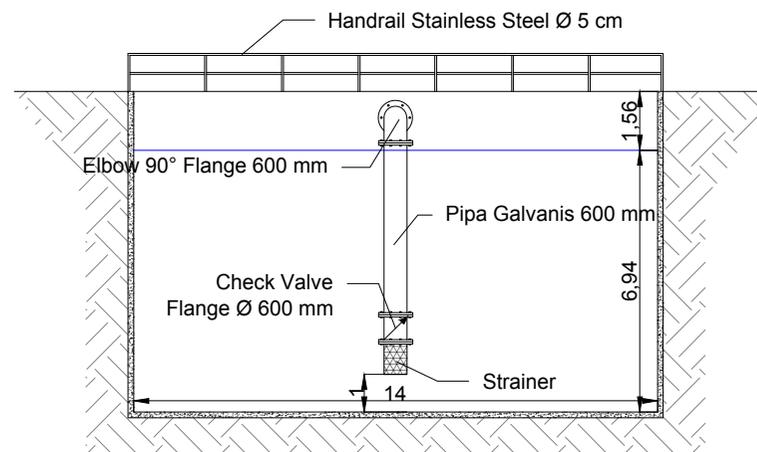
20



Potongan A-A Unit Intake
Skala 1 : 200



Potongan B-B Unit Intake
Skala 1 : 200



Potongan C-C Unit Intake
Skala 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Denah Unit Koagulasi dan Flokulasi

KETERANGAN

Steel Grating Tebal 2 cm

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
 NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

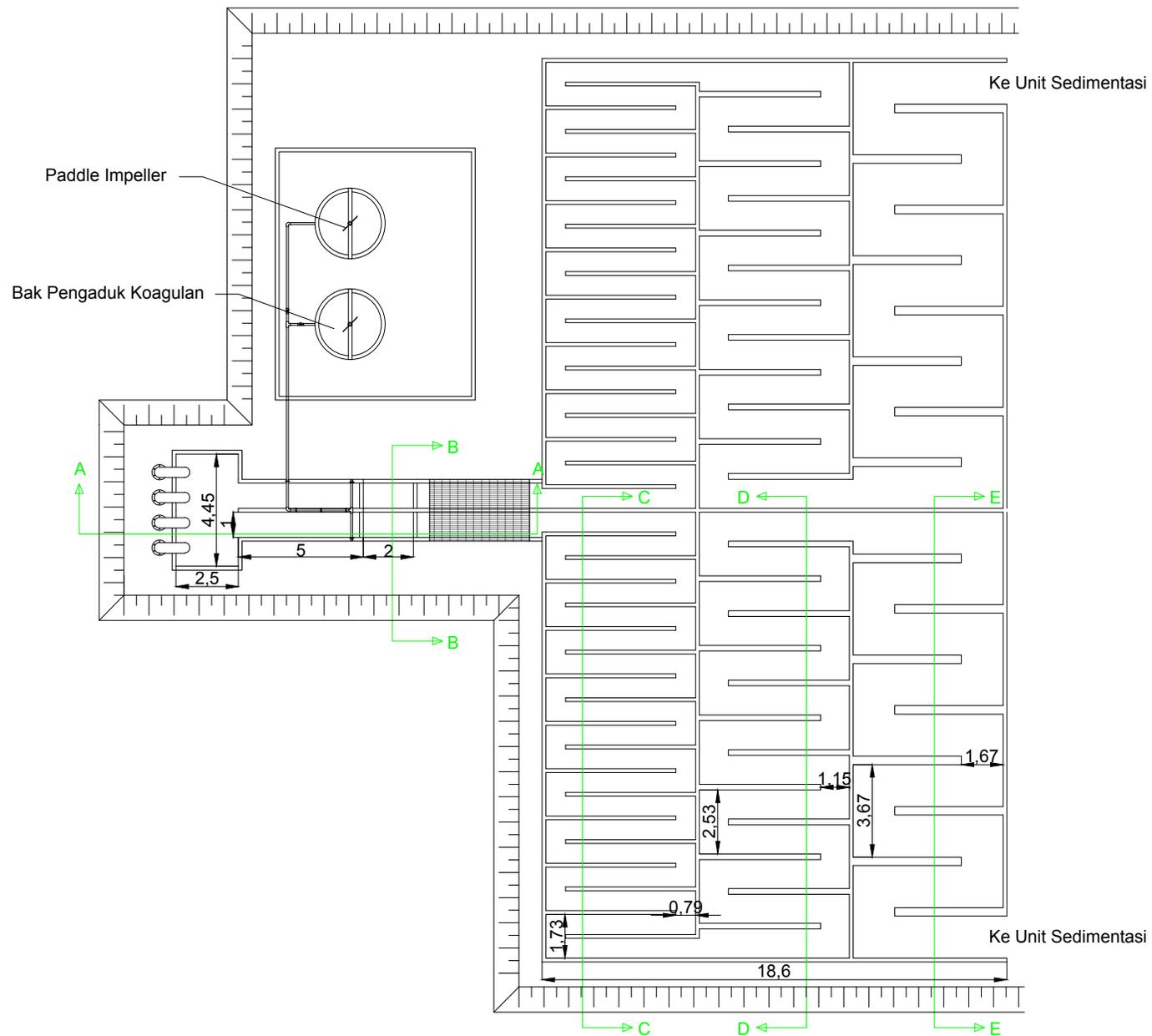
Erialdo Indra Pratama
 NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

5

JUMLAH LEMBAR

20



Denah Unit Koagulasi dan Flokulasi
 Skala 1 : 250



JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Koagulasi

KETERANGAN

-  Dinding Beton
-  Muka Tanah
-  Muka Air
-  Urugan Pasir
-  Talud Batu

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

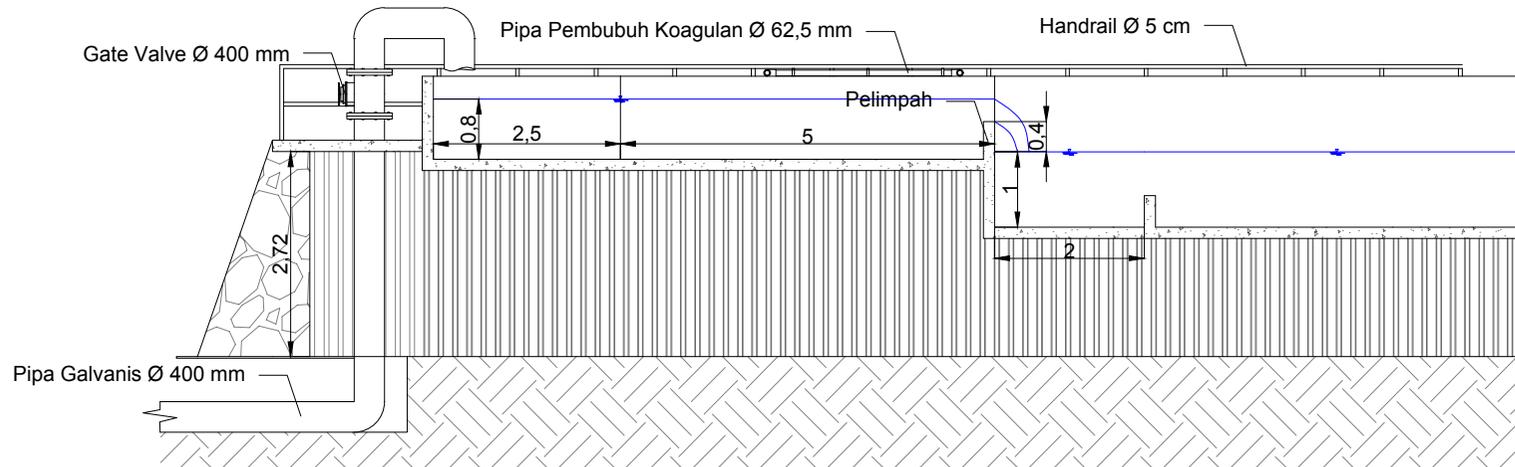
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

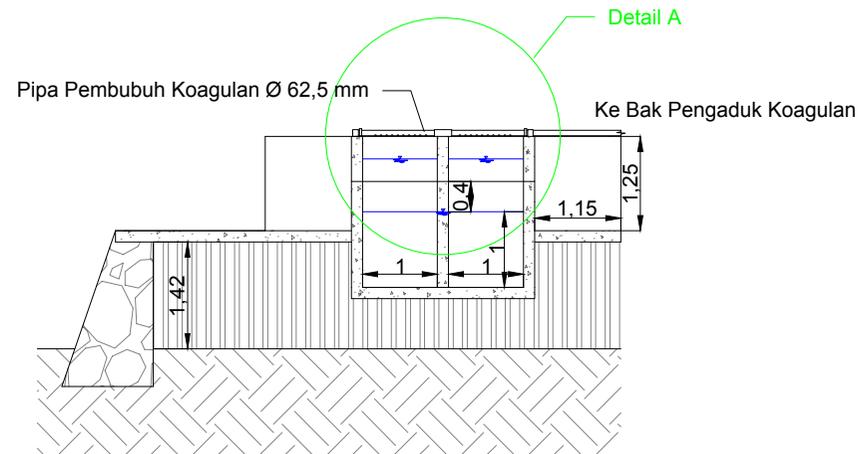
6

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan A-A Unit Koagulasi
Skala 1 : 100



Potongan B-B Unit Koagulasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Detail A Pipa Pembubuh Koagulan

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Air

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

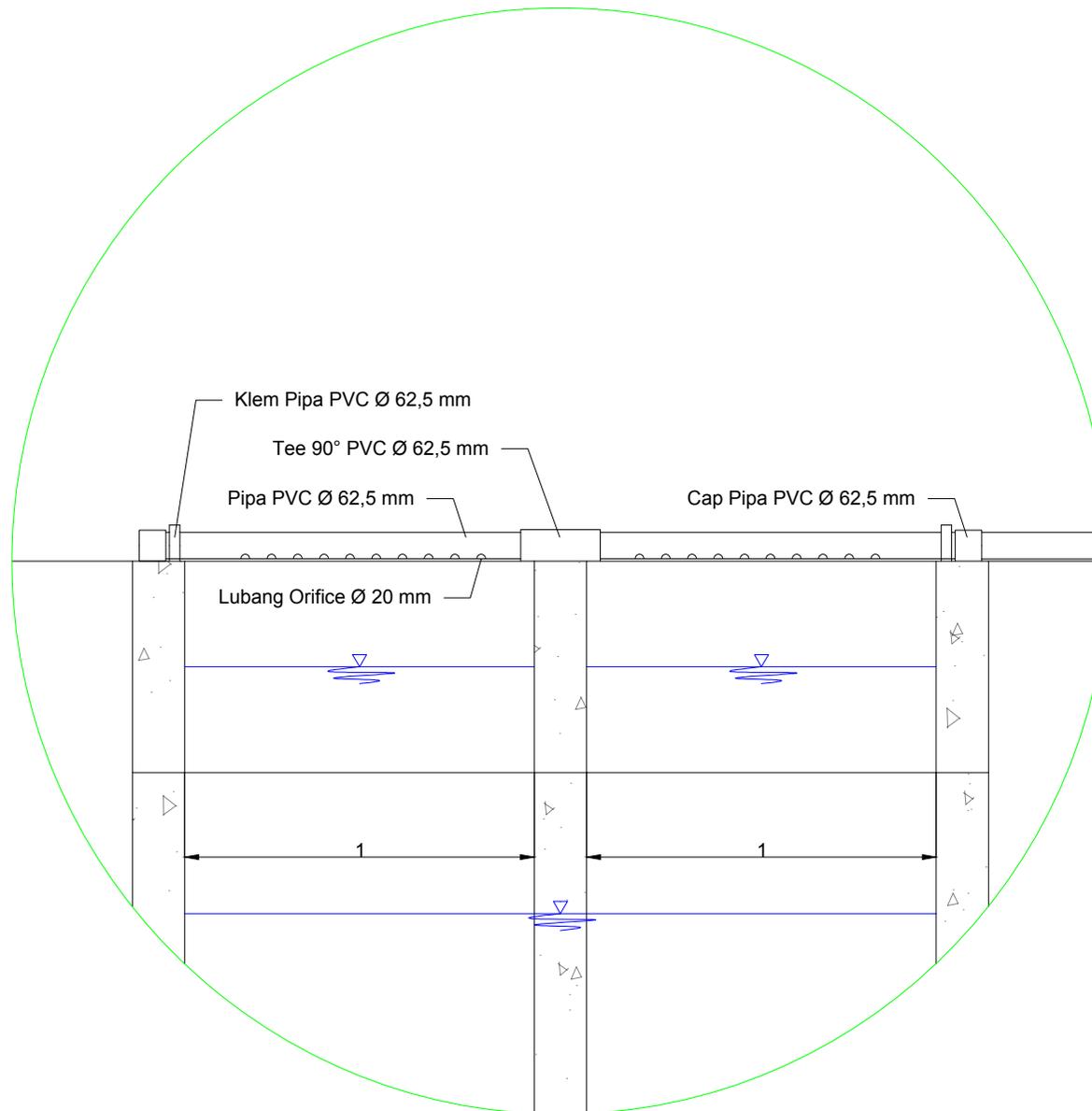
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

7

JUMLAH LEMBAR

20



Detail A Pipa Pembubuh Koagulan
Skala 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Flokulasi

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir
- Talud Batu

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

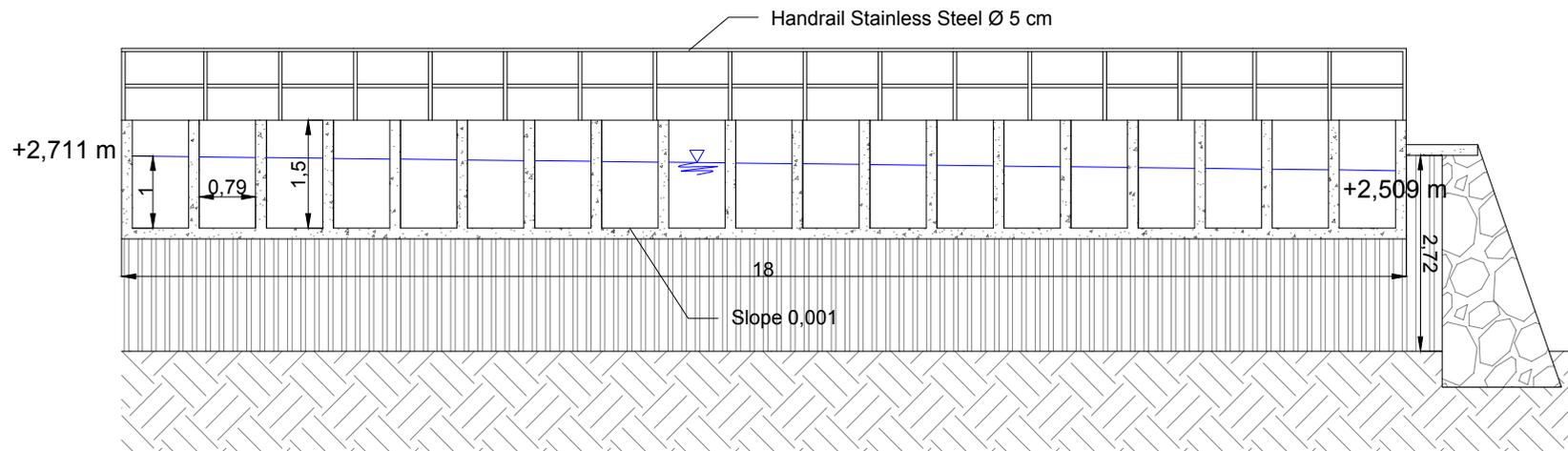
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

8

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan C-C Unit Flokulasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Flokulasi

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir
- Talud Batu

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

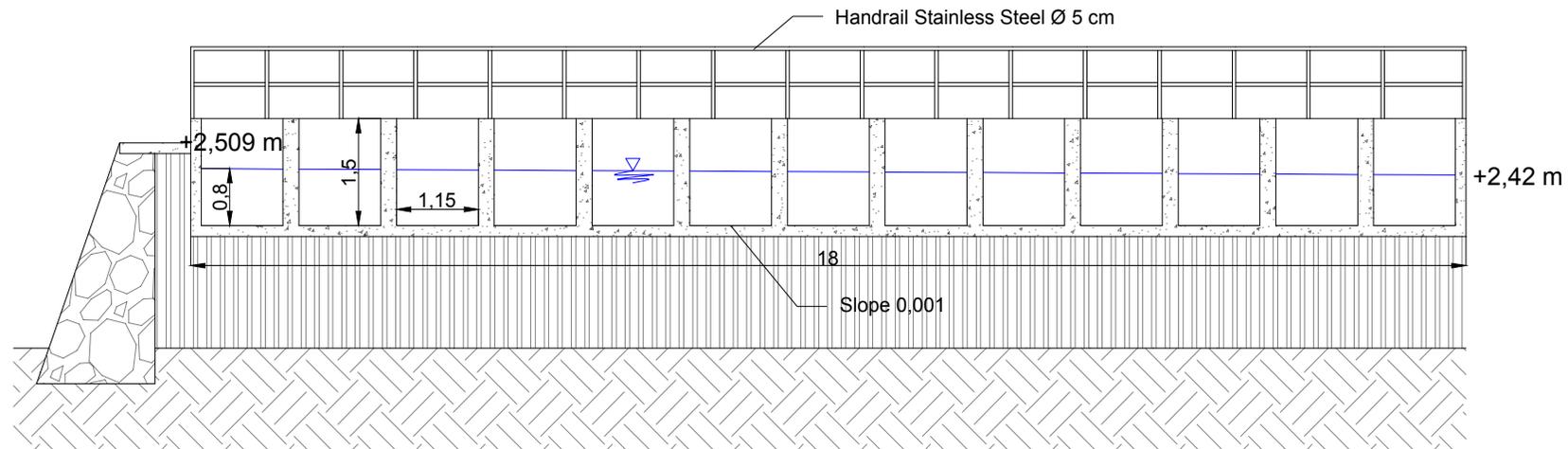
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

9

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan D-D Unit Flokulasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Flokulasi

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir
- Talud Batu

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

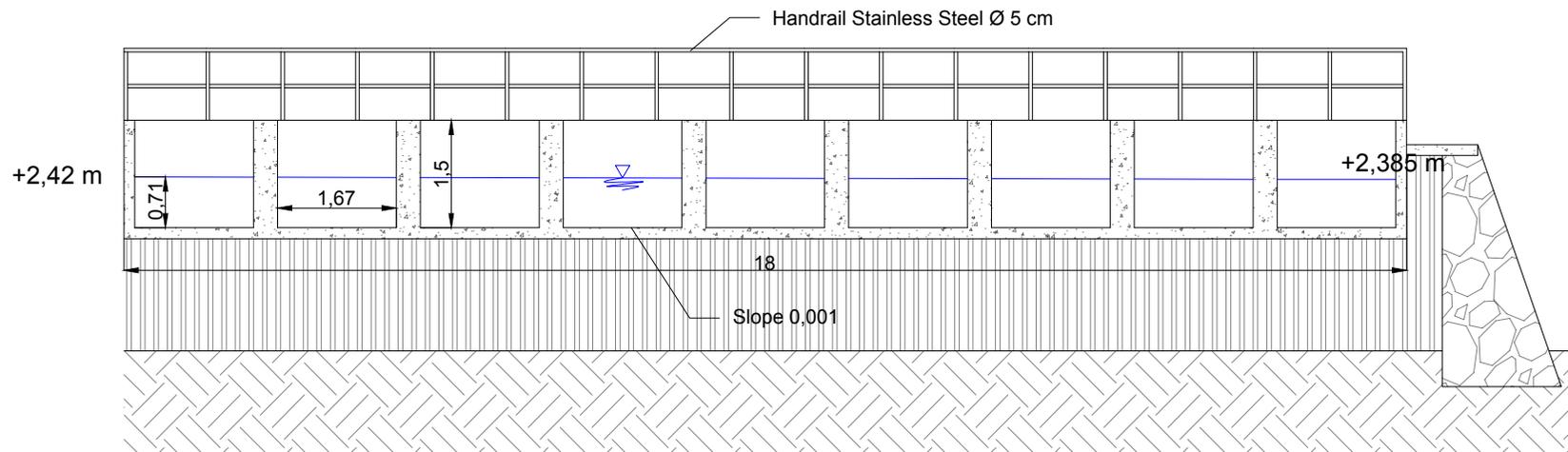
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

10

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan E-E Unit Flokulasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Denah Unit Sedimentasi

KETERANGAN

 Steel Grating Tebal 2 cm

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

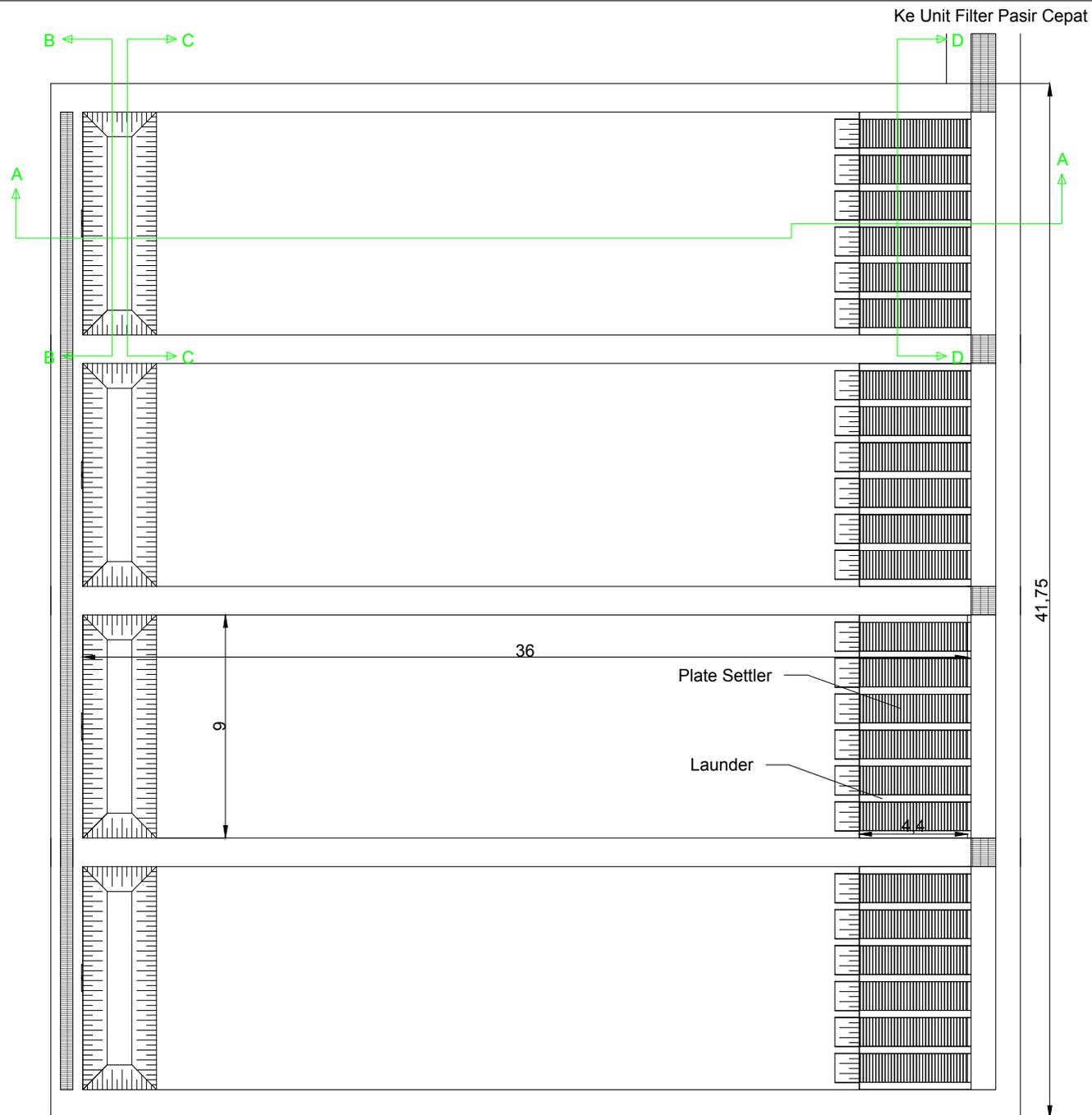
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

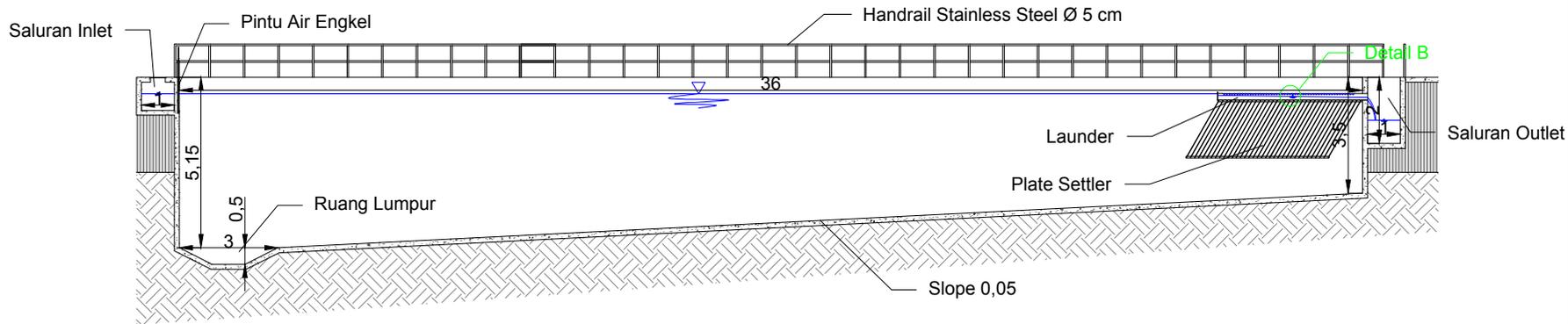
11

JUMLAH LEMBAR

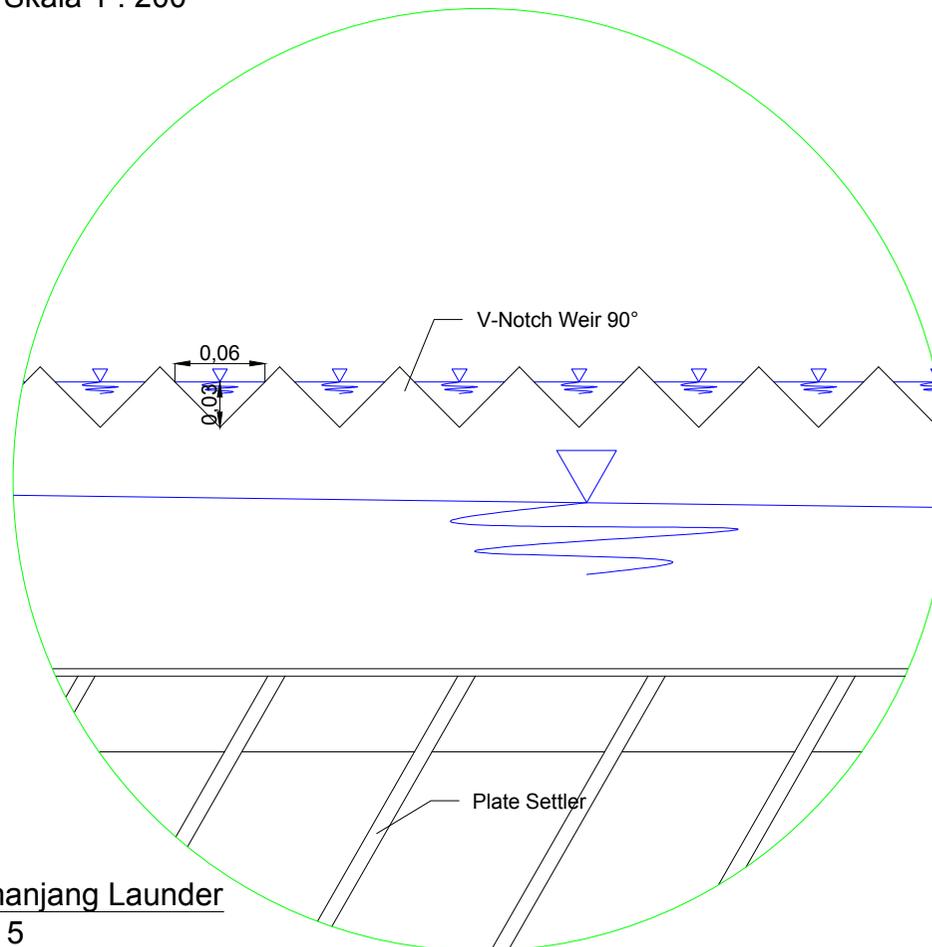
20



Denah Unit Sedimentasi
Skala 1 : 250



Potongan A-A Unit Sedimentasi
Skala 1 : 200



Detail B Potongan Memanjang Launder
Skala 1 : 5



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

**Potongan Unit
Sedimentasi & Detail B
Potongan Memanjang
Launder**

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

12

JUMLAH LEMBAR

20



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Sedimentasi

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

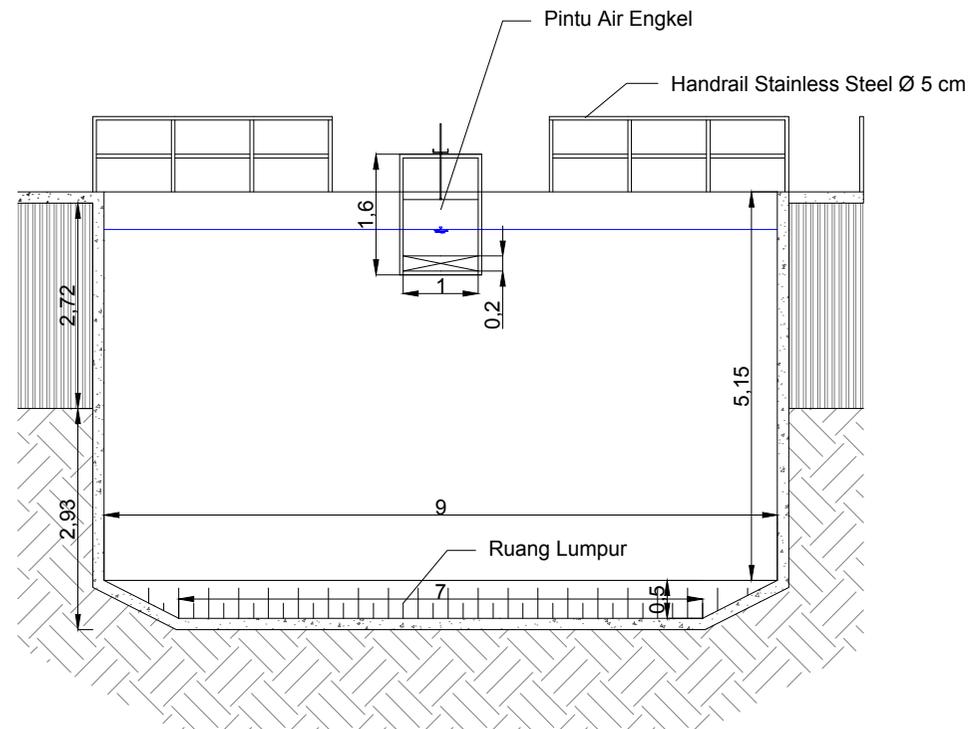
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

13

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan B-B Unit Sedimentasi
Skala 1 : 100

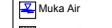
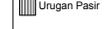


DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Sedimentasi

KETERANGAN

-  Dinding Beton
-  Muka Tanah
-  Muka Air
-  Urugan Pasir

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

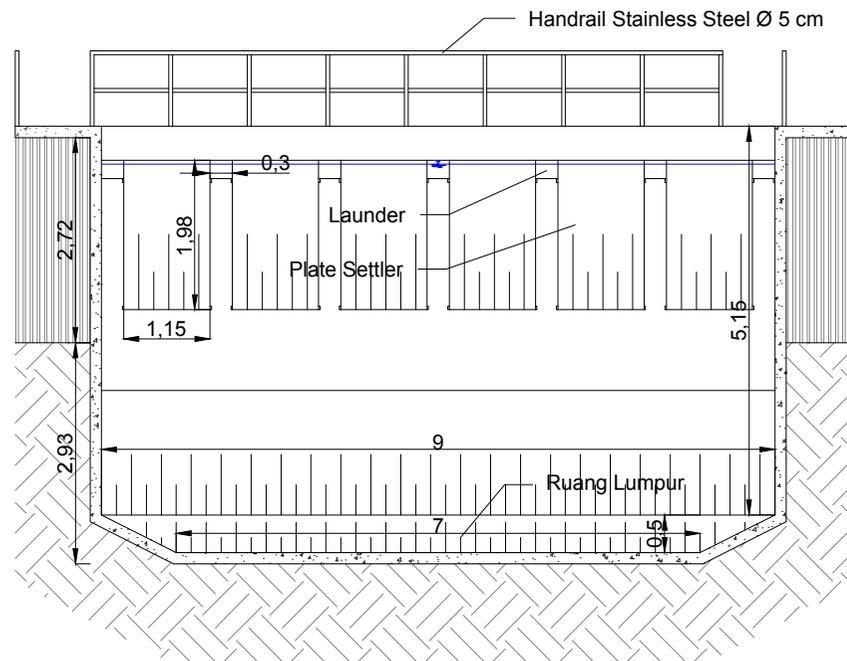
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

14

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan C-C Unit Sedimentasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Sedimentasi

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Urugan Pasir

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

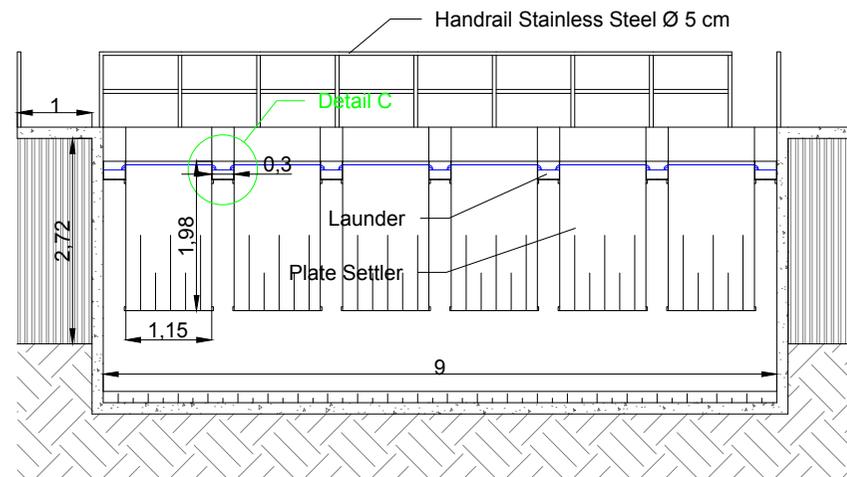
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

15

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan D-D Unit Sedimentasi
Skala 1 : 100



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Detail C Potongan Melintang Launder

KETERANGAN

 Muka Air

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

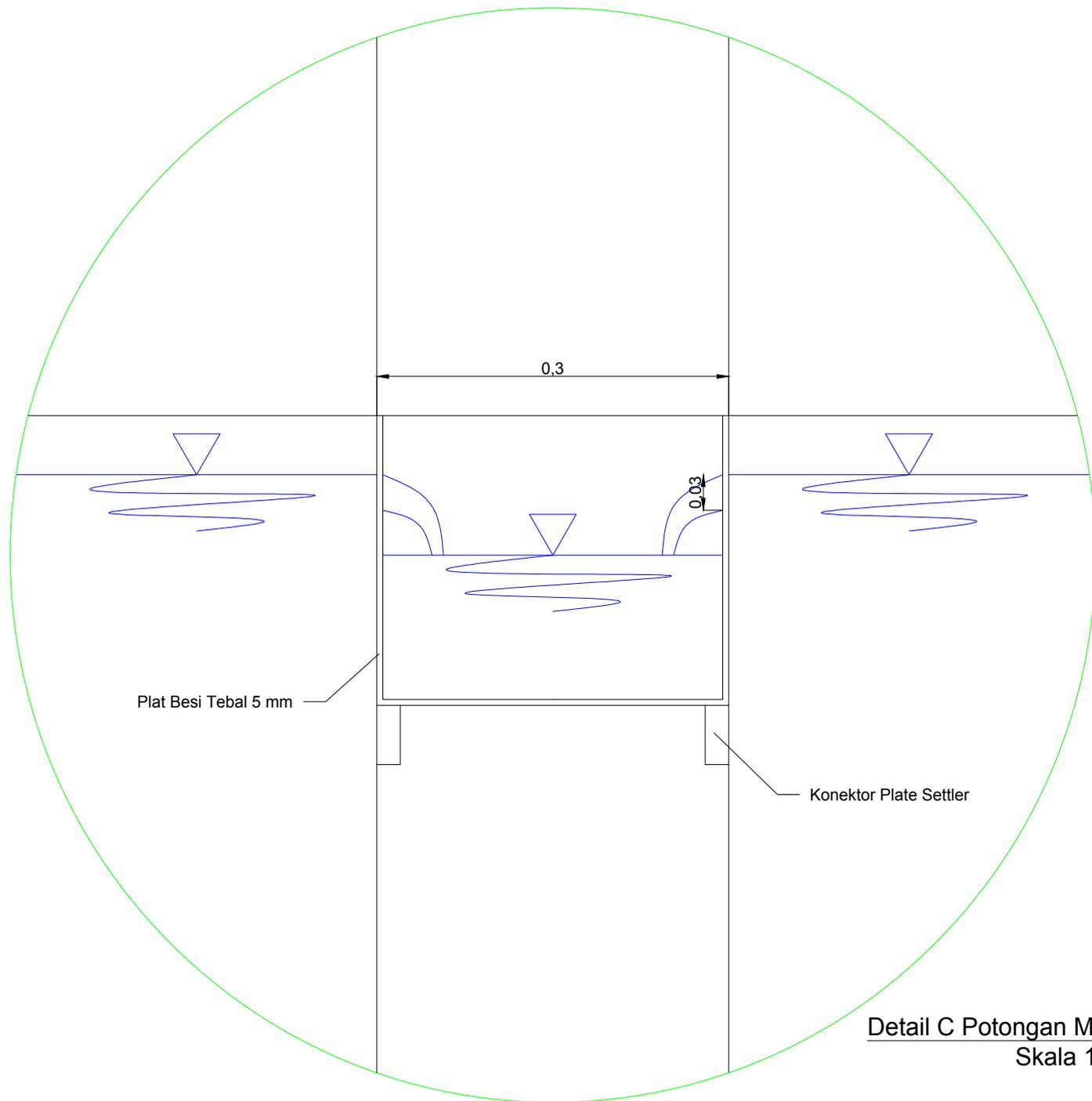
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

16

JUMLAH LEMBAR

20



Detail C Potongan Melintang Launder
Skala 1 : 5



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Denah Unit Filter Pasir Cepat
Cepat

KETERANGAN

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

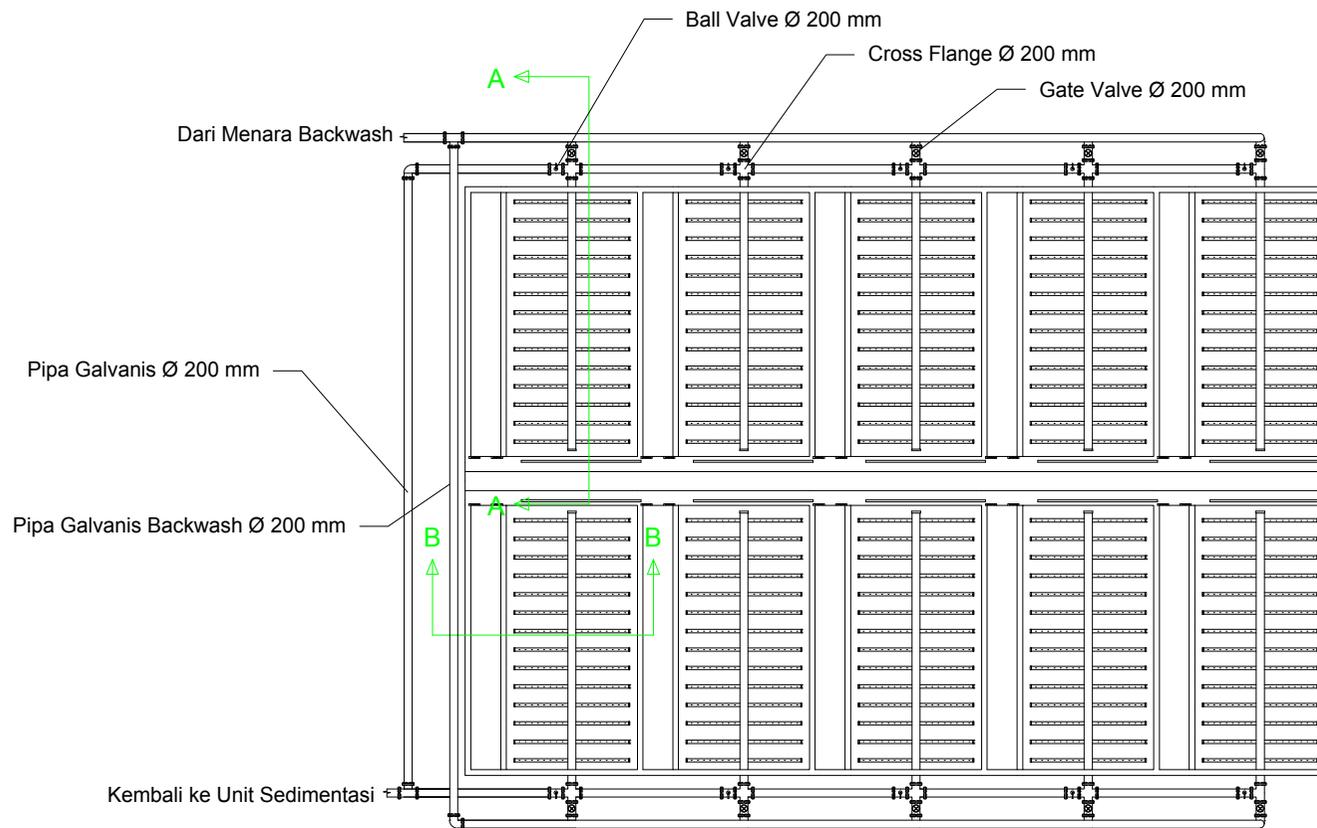
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

17

JUMLAH LEMBAR

20



Denah Unit Filter Pasir Cepat
Skala 1 : 250



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Filter Pasir Cepat

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Media Pasir
- Media Gravel

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

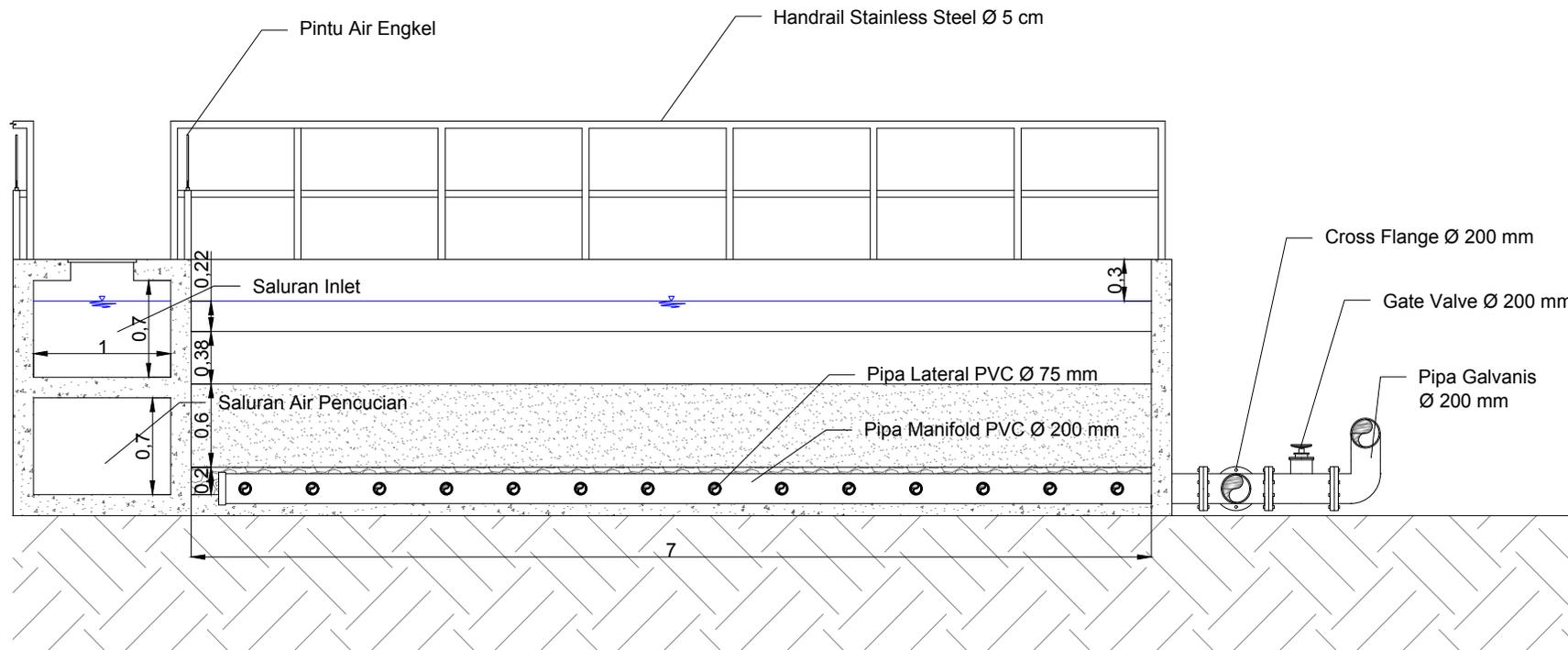
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

18

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan A-A Unit Filter Pasir Cepat
Skala 1 : 50



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit Filter Pasir Cepat

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Media Pasir
- Media Gravel

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

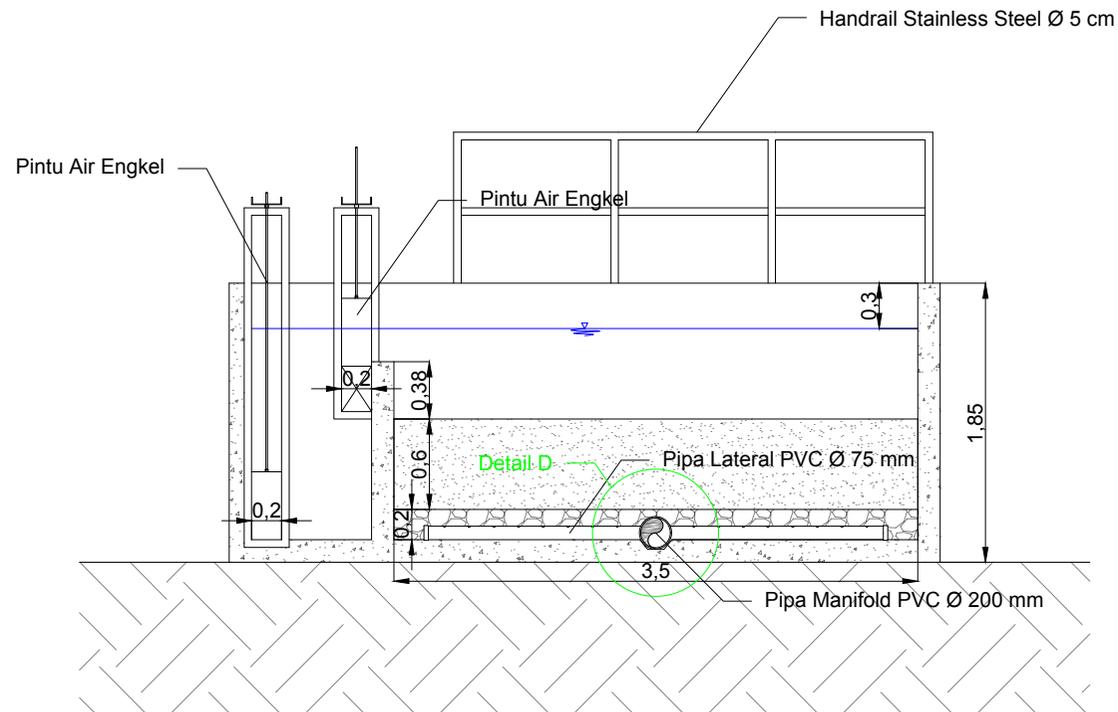
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

19

JUMLAH LEMBAR

20



Potongan B-B Unit Filter Pasir Cepat
Skala 1 : 50



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

JUDUL GAMBAR

Detail D Sistem Underdrain Unit Filter Pasir Cepat

KETERANGAN

- Dinding Beton
- Muka Tanah
- Muka Air
- Media Pasir
- Media Gravel

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.
NIP 19680128 199403 1 003

NAMA MAHASISWA

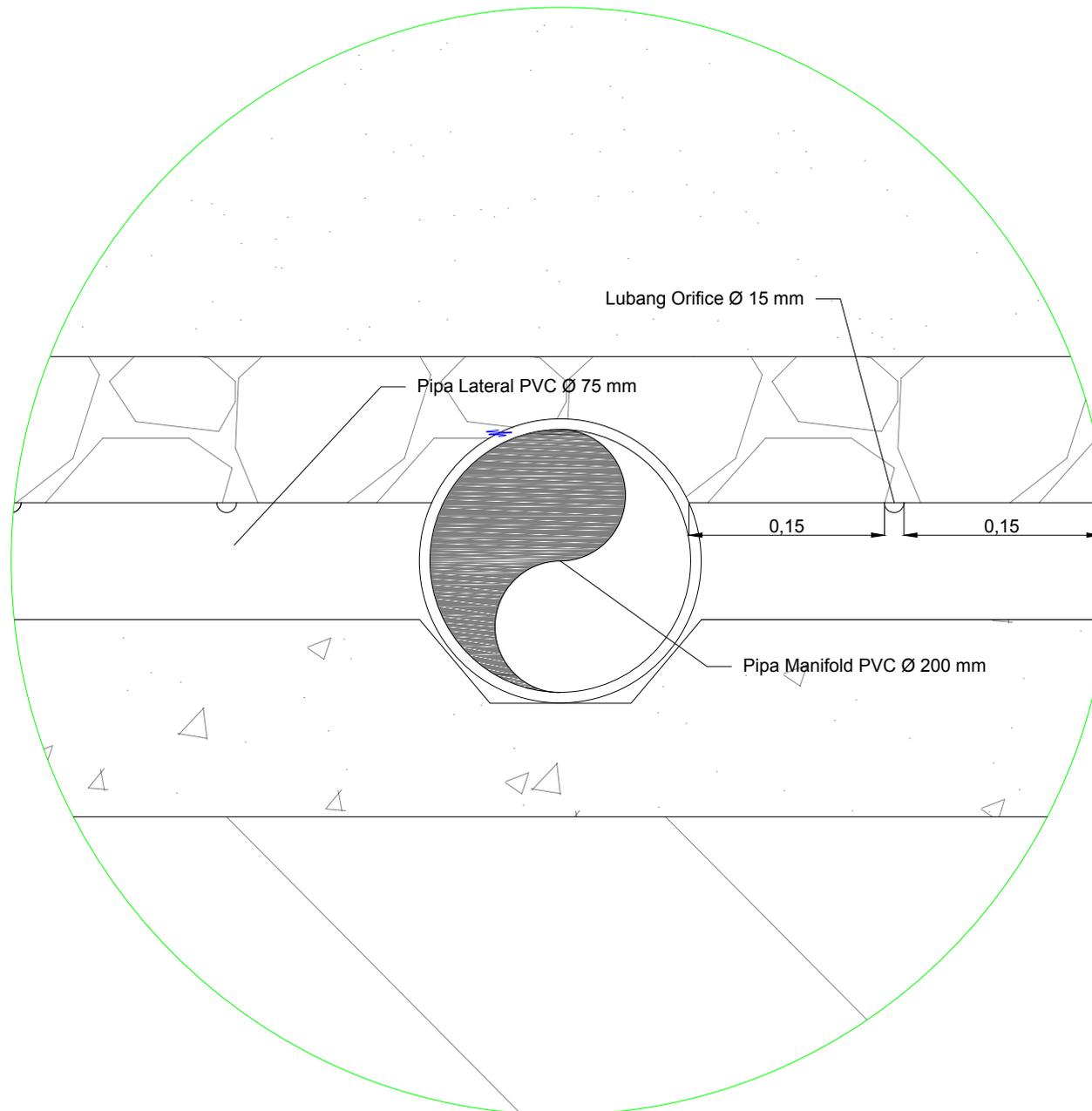
Erialdo Indra Pratama
NRP 03211640000058

NOMOR LEMBAR

20

JUMLAH LEMBAR

20



Detail D Sistem Underdrain
Skala 1 : 5



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Erialdo Indra Pratama
NRP : 03211640000058
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air
(IPA) di *Long Storage* Kalimati Kabupaten Sidoarjo

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	06-02-2020	<ul style="list-style-type: none">- Debit dengan proyeksi penduduk dan fasilitas umum tapi harus di antara 250 – 1.000 L/detik- Metode analisis kontinuitas <i>long storage</i> Kalimati saat musim kemarau dengan membagi volume tampungan dengan debit IPA	
2.	27-02-2020	<ul style="list-style-type: none">- Parameter untuk <i>sampling</i> air baku yang akan dianalisis laboratorium- Lokasi IPA boleh menggunakan data seperti BBWS, namun lokasi reservoir disarankan berbeda lokasi karena kemungkinan tidak cukup- Metode proyeksi penduduk ditentukan tiap kecamatan yang direncanakan akan terlayani	

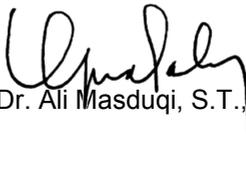
No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
3.	27-04-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Perhitungan proyeksi penduduk Kabupaten, dimulai tahun 2011 saja karena data tahun sebelumnya tidak normal, mungkin pengaruh dari kasus Lumpur Lapindo. - Tidak perlu menghitung debit jam puncak. Untuk pengolahan, gunakan debit hari maksimum. - Pada kutipan pustaka, gunakan secara konsisten, dkk. atau <i>et al.</i> - Penulisan <i>back wash, under drain</i> disambung - Penulisan seperti ini "Tabel 5.16 berikut" diubah menjadi "Tabel 5.16.", Tabel maupun Gambar - Koreksi lain-lain banyak sekali, lihat <i>file</i> terlampir 	
4.	08-05-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis <i>long storage</i> sebagai bak prasedimentasi dihitung tiap bak penampungan, bilangan Reynold yang digunakan yaitu $NRe < 2.000$ - Alternatif pengolahan 2 diganti karena kesalahan pasangan unit pengolahan - <i>Intake</i> digunakan model saluran terbuka tidak perlu pipa sadap, sehingga muka air <i>long storage</i> dapat mencapai kondisi minimum saat kemarau dan tidak ada pengisian dari Kali Brantas 	

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
5.	19-05-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Keterangan tabel usahakan tidak terpisah dari tabelnya - Efisiensi penyisihan pada bak sedimentasi terlalu tinggi, dibuat 70% agar luas bak tidak terlalu besar - <i>Launder</i>, lihat <i>file</i> terlampir. - <i>Reservoir</i>, jika lahan tidak mencukupi, hitung kebutuhan luas lahannya, nanti dibangun di tempat lain. 	
6.	05-06-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Asistensi PowerPoint seminar kemajuan TA dengan saran dan perbaikan konten: <ul style="list-style-type: none"> o Bab tinjauan pustaka tidak perlu disampaikan o Kalimat pendukung tidak perlu dimuat o Tidak perlu menampilkan data yang kecil, penjelasan metode dan hasil saja o Unit pengolahan lumpur dilakukan di lahan IPA o Penjelasan jadwal difokuskan pada rencana yang akan dikerjakan 	

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
7.	01-08-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Kata kunci "pengolahan air minum" pada abstrak dihilangkan - Kata penjelasan <i>long storage</i> di Bab II dinaikkan sebelum gambar agak tidak ada ruang kosong - Penjelasan rumus metode proyeksi pada Bab V dihilangkan saja karena sudah dimuat di Bab IV 	
8.	06-08-2020	<ul style="list-style-type: none"> - Asistensi artikel TA 	

Surabaya, 6 Agustus 2020

Dosen Pembimbing


 Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5048886, Fax: 031-5929387

PTA-S1-TL-03

TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (06/0)

Periode: Genap 2019/2020

No. Revisi: 02

FORMULIR TUGAS AKHIR PTA-03
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Seminar Proposal Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis , 23 Januari 2020

Nilai TOEFL : 427

Pukul : 13.00 - 14.30 WIB

Ruang : TL 105

Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Long Storage Kallmati Kabupaten Sidoarjo

Nama : Erialdo Indra Pratama

Tanda Tangan

NRP. : 03211840000058

Topik : Perencanaan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Proposal Tugas Akhir
1	Masukkan data awal dari RTAW
2	Lakukan kajian long storage Hg kualitas dan kuantitasnya.
3	Perlu bahas bobot TA → bedakan dengan tugas PBFAM

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir PTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan :

1. Proposal Tugas Akhir diterima
2. Seminar Tugas Akhir harus diulang
3. Proposal Tugas Akhir ditolak/ganti judul

Dosen Pembimbing

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMAHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-8948888, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03

TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

Periode: Genap 2019/2020

No. Revisi: 02

FORMULIR TUGAS AKHIR PTA-03A
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pengarah
Seminar Proposal Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis , 23 Januari 2020
Pukul : 13.00 - 14.30 WIB
Ruang : TL 105
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Long Storage Kalimati Kabupaten Sidoarjo
Nama : Erialdo Indra Pratama
NRP. : 03211840000058
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Proposal Tugas Akhir
-	Apakah batangnya dg Tugas?
-	Lahan ipam dimana?
-	Apakah Kalimati? Long storage itu apa?

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir PTA-03A1 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah

Dosen Pengarah

Ir. Eddy Setiadi Soedjono, M.Sc., Ph.D.

()

Dosen Pembimbing

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

()



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Kampus ITS Sukotilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948888, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03

TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (D/6/0)

Periode: Genap 2019/2020

No. Revisi: 02

FORMULIR TUGAS AKHIR PTA-03B
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pengarah
Seminar Proposal Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis , 23 Januari 2020
Pukul : 13.00 - 14.30 WIB
Ruang : TL 105
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Long Storage Kalimat Kabupaten Sidoarjo
Nama : Erialdo Indra Pratama
NRP. : 0321164000058
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Proposal Tugas Akhir
1.	hal 14 Pers. main
2.	Menentukan debit pengolahan air
3.	Menggunakan long storage sebagai gradasi
3.	Kualitas air baku
4.	Masalah biaya pengolahan air baru.
5.	Perbedaan diagram metodologi
6.	Dari kepingan, uk. long storage
7.	leleksi IPA
8.	Tambahkan pengolahan lumpur

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir PTA-03B ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah

Dosen Pengarah

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

()

Dosen Pembimbing

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

()



FORMULIR TUGAS AKHIR PTA-03C
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pengarah
Seminar Proposal Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis , 23 Januari 2020
Pukul : 13.00 - 14.30 WIB
Ruang : TL 105
Judul : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air (IPA) di Long Storage Kalimati Kabupaten Sidoarjo
Nama : Erialdo Indra Pratama
NRP. : 0321164000058
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Proposal Tugas Akhir
1.	Abstrak diperbaiki
2.	Catatan belahang diperbaiki (mengapa LSKM digunakan)
3.	Analisis keculupan & kualitas (kontinuitas) ↳ Bagaimana kontinuitas/kualitas berpengaruh ↳ dituntut dg desain, pengolahan ↳ Bagaimana mengembangkannya?
4.	Alternatif lokasi IPA → kajian LSKM. ?

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir PTA-03B ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah

Dosen Pengarah

Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

Dosen Pembimbing

Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.



(<http://enviro.its.ac.id/?>

page_id=3826)

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input N RP anda (tanpa spasi, form at: 32xxxxxxxxxxx)

Erialdo Indra Pratama (3211640000058)

Dosen Pembimbing: Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

Saran:

Segera selesaikan yang masih belum, dengan tambahan saran.masukan dosen pengarah

Perbaikan:

Lihat saran dan masukan dosen pengarah (Pak Bowo dan Pak Eddy)

Dosen Penguji 1: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.

Saran:

Bab 2 dan Bab 3 ditukar tempatnya

Bahas apa itu long storage di Tinjauan Pustaka

Mestinya BoQ juga sudah dapat diselesaikan saat Progress

Mengapa kebocoran air 16%?

Saran apa yang disampaikan bila volume air hanya mampu sebulan saja

Perbaikan:

Apakah Daftar Gambar mendahului Daftar Tabel?

Dosen Penguji 2: Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Saran:

- 1.hal 68 Pada sub bab Analisa long storage: cek juga Q/A. NRE < 15.000
- 2.hal 77 Alternatif pengolahan air supaya diagramnya diperbaiki, Roughing filter tidak tepat pd alternatif 2, desinfeksi alt 2 kenapa tidak ada?
- 3.hal 81 Bagaimana menghitung sumuran pada intake?
- 4.hal 87 tulis rumus umum gradien kecepatan
- 5.hal 88 keb. Tawas harusnya dibagi kadar tawas
- 6.hal 92 kenapa jml flokulator 1 unit tentukan jenis aliran flokulator
- 7.menghitung kanal atau baffle ?
- 8.kec. Backwash 5–6 x V filtrasi shg ekspansi besar
- 9.lanjutkan RAB dan gambar diperbaiki

Perbaikan:

Dapat melanjutkan ke tahap ujian lisan

Ok

TOP

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan Air

Lab Teknologi Pengolahan Air

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

Erialdo Indra Pratama (321164000058)

Dosen Pembimbing: Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T.

Saran:

--

LULUS

Dosen Penguji 1: Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Saran:

1Apa bedanya sistem pengolahan Filter cepat dan filter lambat?

2Apakah filter lambat bisa diterapkan di kalimati? (kenapa koagulasi 1 unit, flokulasi beberapa unit)?

3Bangunan Flokulasi yang baik yang bagaimana?

4Apa yang dimaksud tapered flokulasi?

5Bagaimana menghitung gutter/launders?

6Perhitungan head pompa intake

7Perbandingan kualitas kurang tepat (harusnya kualitas air minum) Permenkes

8Kesimpulan No 1 disesuaikan dengan Permenkes 2010

9Bagaimana menghitung luas zone plate settler?

LULUS

Dosen Penguji 2: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE...,M.Sc., Ph.D.

Saran:

1. Disampaikan secara jelas bahwa ke4 kecamatan yang yang dimaksud adalah...
2. Mengapa baru terlayani sebanyak 37% saja? Sisanya minum pakai apa? Informasi ini ada dimana?
3. Baku air minum, bukan baku mutu air baku yang digunakan,
4. Apakah dijelaskan bahwa sisa tanah yang ada adalah untuk Kabupaten Mojokerto?
5. Penulisan kembali Kata Pengantar.
6. Penamaan untuk Lampiran dan bagaimana peletakan DED yang ada di dalam TA.

LULUS

Dosen Penguji 3: Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., M.T.

Saran:

- 1.Abstrak dan kesimpulan dinyatakan dengan kuantitatif dan spesifik?
- 2.Kualitas dan kuantitas? Bagaimana menyelesaikan masalah ini di LS?
- 3.Bagaimana jika tidak terjamin kontinuitasnya, dengan BOQ/RAB yang besar apa efisien?

LULUS

Ok

SEARCH

fi

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 12 Oktober 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis yaitu pendidikan dasar di SD Negeri Kandangan 2/620 Surabaya pada tahun 2004–2010, pendidikan menengah tingkat pertama di SMP Negeri 26 Surabaya pada tahun 2010–2013 dan pendidikan menengah tingkat atas di SMA Negeri 2 Surabaya bidang peminatan MIPA pada tahun 2013–2016. Dan pada akhirnya penulis melanjutkan studi di Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2016.

Saat menempuh studi perkuliahan, penulis juga aktif di organisasi dan kepanitiaan yaitu tercatat penulis pernah aktif menjadi staf magang Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS dan beberapa kepanitiaan di HMTL. Berbagai pelatihan dan seminar juga telah diikuti oleh penulis dalam rangka menambah wawasan dan pengembangan diri. Di samping itu, penulis juga pernah melakukan kegiatan magang di proyek pembangunan PT Industri Nabati Lestari yaitu pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di Sei Mangkei, Sumatera Utara dan juga pernah melakukan kerja praktik di PT Sinar Sosro KPB Mojokerto pada unit *water treatment*. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* erialdoindra@gmail.com

