

SKRIPSI

PERENCANAAN IPAL DOMESTIK KOMUNAL DI KECAMATAN

KADIA, KOTA KENDARI



Oleh :

Rizki Andhika Putra

(1326005)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN (FTSP)

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2018

1970

DEPARTMENT OF THE ARMY, WASHINGTON, D. C. 20315

OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL

(100000)

ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL

ADJUTANT GENERAL

END



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Nama : Rizki Andhika Putra
Nim : 1326005
Jurusan : Teknik Lingkungan (S-1)
Judul : Perencanaan IPAL Domestik Komunal di Kecamatan Kadia, Kota
Kendari

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Program Strata Satu
(S-1),

Pada hari : Sabtu
Tanggal : 10 Februari 2018
Dengan Nilai : 72,54 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

Anis Artiyani. ST., MT
NIP.P. 1030300384

SEKRETARIS

Erni Yulianti. ST., MT
NIP.P. 1031300469

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Dr. Hardianto, ST., MT
NIP. Y. 1030000350


Dosen Penguji II

Anis Atriyani. ST., MT
NIP.P. 1030300384

NIK: A 1030000320
Dr. Haidhano, S.T., MT

Dosen Pengajar I

NIK: B 1030300384
Ans Anwar, S.T., MT



Dosen Pengajar II

ANISOLY BEISOLY

NIK: B 1030300384
Ans Anwar, S.T., MT



KELU

NIK: B 1031300400
Erol Yuliani, S.T., MT



SEKRETERIS

BUKTI SAHA SKRIPSI

Dengan NIM : 135002 (B-)

Tanggal : 10 Februari 2018

Pada jam : 20.00

(2-1)

Dibuktikan di hadapan Tim Pengajar ujian skripsi jenjang Program Sarjana
Kendari

Judul : Perencanaan PAM Domestik Komunal di Kecamatan Kadir Kota

Jurusan : Teknik Lingkungan (2-1)

NIM : 1350002

Nama : Rizki Andika Putri

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

BERITA ACARA SAHA SKRIPSI



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Jalan Sepuluh Nopember, Surabaya 60115, Indonesia

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI MENGIKUTI SEMINAR HASIL
SKRIPSI**

JUDUL SKRIPSI

**PERENCANAAN IPAL DOMESTIK KOMUNAL DI KECAMATAN
KADIA, KOTA KENDARI.**

Oleh :

**Rizki Andhika Putra
1326005**

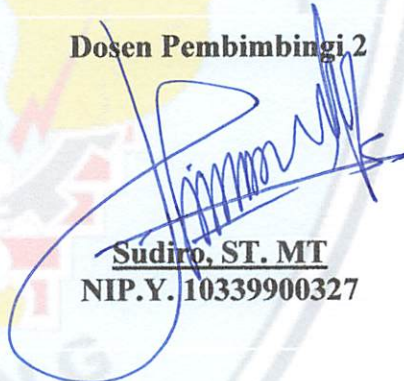
Disetujui Untuk Mengikuti Seminar Hasil Skripsi

Dosen Pembimbing 1



**Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si
NIP. 196106201991031002**

Dosen Pembimbing 2



**Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 10339900327**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



**Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 1030300384**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI

**PERENCANAAN IPAL DOMESTIK KOMUNAL DI KECAMATAN
KADIA, KOTA KENDARI.**

Oleh :

Rizki Andhika Putra

1326005

Disetujui Oleh Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1



Dr. Hardianto, ST., MT
NIP.Y. 1030000350

Dosen Penguji 2



Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 1030300384

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 1030300384

KATA PENGANTAR

Segala puji saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas anugerah dan kasih sayang-Nya sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan Proposal Skripsi ini tepat pada waktunya.

Terselesainya pelaksanaan Skripsi ini tidak lepas dari keikutsertaan semua pihak yang dengan tulus serta ikhlas membantu dalam memberikan semangat dan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia dan hidayah kesempatan sampai saat ini
2. Pak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si. selaku dosen pembimbing 1.
3. Pak Sudiro. ST., MT selaku dosen pembimbing 2.
4. Ibu Dr. Evy Hendriarianti, ST., M.MT. selaku dosen Pembahas 1.
5. Ibu Candra Dwi Ratna ST., MT. selaku dosen Pembahas dan sebagai dosen wali.
6. Ibu Anis Artiyani. ST., MT. selaku Kepala Jurusan Teknik Lingkungan
7. Semua pihak instansi yang telah memberikan informasi data.
8. Orang tua yang telah banyak membantu baik dari segi moral maupun material selama Kuliah di ITN Malang ini.
9. Terima kasih kepada teman-teman angkatan 2013 yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini, sukses untuk kita semua.
10. Terima kasih kepada arkec atas ejekan sehingga bisa membantu dalam membangkitkan semangat dalam mengerjakan Skripsi.
11. Terima kasih kepada Riska Damayanti atas dukungannya.
12. Terima Kasih Taufiq Arafat atas supportnya.
13. Terima kasih kepada gandong Wisma Ulin atas pengertian dan dukungannya selama penyusunan skripsi.

Dengan menyadari berbagai kekurangan yang masih ada pada Skripsi ini, penyusun mengharapkan saran dan kritik untuk penyempurnaan Skripsi - Skripsi berikutnya.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kepentingan umum dan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang khususnya.

Malang, Februari, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair	5
2.2 Limbah Cair Domestik	5
2.2.1 Definisi Limbah Cair Domestik	5
2.2.2 Sumber dan Karakteristik Limbah Cair Domestik	6
2.3 Dampak Pencemaran Limbah Cair Domestik	8
2.4 Sistem Pengelolaan Air Limbah	12
2.4.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah	12
2.5 Fitoremediasi	13
2.6 Konsep <i>Waste Water Garden (WWG)</i>	14
2.6.1 Jenis Tanaman <i>Waste Water Garden (WWG)</i>	16
2.6.2 Proses Kerja <i>Waste Water Garden (WWG)</i>	17
2.7 Baku Mutu Air Limbah Domestik	18

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1 Ide Studi	16
3.2 Studi Literatur	16
3.3 Penentuan Lokasi Perencanaan	16
3.4 Metode Pengumpulan Data	17
3.4.1. Kebutuhan Data	17
3.4.2. Cara Pengumpulan Data	18
3.5 Analisa Data	19
3.6 Penentuan Konsep Pengolahan Limbah Cair Domestik	20
3.7 Desain IPAL Terpilih	21
3.8 Kerangka Perencanaan	21

BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

4.1 Gambaran Umum Kecamatan Kadia.....	23
4.2 Keadaan Iklim di Kecamatan Kadia	24
4.3 Tata Guna Lahan	25
4.4 Kondisi Topografi Kecamatan Kadia	26
4.5 Demografi Kecamatan Kadia.....	27
4.6 Sarana dan Prasarana Umum	28
4.7 Kondisi Eksisting Buangan Air Limbah di Kecamatan Kadia	30

BAB V DETAIL PERENCANAAN IPAL DOMESTIK *WASTE WATER* *GARDEN*

5.1 Proyeksi Penduduk	33
5.2 Proyeksi Sarana dan Prasarana	37
5.3 Analisa Pemakaian Air Bersih Domestik	41
5.3.1. Perhitungan Pemakaian Air Bersih Per Orang	41
5.4 Analisa Pemakaian Air Bersih Fasilitas Umum	44
5.5 Total Kebutuhan Air Bersih dan Total Air Limbah di Kecamatan Kadia	49
5.6 Analisa Debit Air Limbah Domestik	51
5.7 Kualitas Limbah Cair di Kecamatan Kadia	54

5.8 Konsep Pengolahan Limbah Cair Domestik di Kecamatan Kadia.....	55
5.9 Penentuan Lokasi IPAL	61
5.10 Perhitungan Desain IPAL	66
5.10.1. Desain IPAL Pelayanan Wilayah Anaiwoi.....	66
5.10.2. Desain IPAL Pelayanan Wilayah Wowanggu.....	93
5.10.3. Desain IPAL Pelayanan Wilayah Pobenka.....	121

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan.....	155
6.2 Saran	155

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan IPAL domestik Komunal	22
Gambar 4.1 Drainase Sekunder di permukimn masyarakat di Kecamatan Kadia	30
Gambar 4.2 Outlet Limbah Cair Domestik kawasan Pemukiman Kecamatan Kadia	31
Gambar 4.3 Outlet Drainase kawasan Pemukiman ke Badan Air Kecamatan Kadia	31
Gambar 5.1 Skema Perencanaan IPAL <i>Waste Water Garden</i> di Kecamatan Kadia	59
Gambar 5.2 Skema perencanaan IPAL <i>Waste Water Garden</i> di Kecamatan Kadia	60
Gambar 5.3 Lokasi 1 Perencanaan IPAL di Kelurahan Anaiwoi	64
Gambar 5.4 Lokasi 2 Perencanaan IPAL di Kelurahan Wowanggu	65
Gambar 5.5 Lokasi 2 Perencanaan IPAL di Kelurahan Bende	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Fisik Air Buangan Domestik	6
Tabel 2.2 Karakteristik Kimiawi Air Buangan Domestik	7
Tabel 2.3 Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik	18
Tabel 3.1 Nama Kelurahan Dan Luas Daerah di Kecamatan Kadia	17
Tabel 3.2 Jenis Data yang diperlukan dalam perencanaan IPAL	17
Tabel 4.1 Nama Kelurahan dan Luas Wilayah di Kecamatan Kadia.....	23
Tabel 4.2 Data Hari Hujan dan Curah Hujan di Kecamatan Kadia	24
Tabel 4.3 Penggunaan Lahan Yang Ada di Kecamatan Kadia.....	25
Tabel 4.4 Kondisi Topografi Setiap Kecamatan di Kota Kendari.....	26
Tabel 4.5 Pertumbuhan dan Laju Pertumbuhan Kecamatan Kadia	27
Tabel 4.6 Persebaran Persentasi Penduduk Kecamatan Kadia 5 Tahun Terakhir.....	27
Tabel 4.7 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin 5 Tahun Terakhir.....	28
Tabel 4.8 Jumlah Fasilitas Kesehatan Yang ada di Kecamatan Kadia.....	28
Tabel 4.9 Fasilitas Pendidikan Yang ada di Kecamatan Kadia	29
Tabel 4.10 Fasilitas Peribadatan Yang ada di Kecamatan Kadia	29
Tabel 5.1 Metode Aritmatik.....	34
Tabel 5.2 Metode Geometrik.....	34
Tabel 5.3 Metode Last Square.....	35

Tabel 5.4 Proyeksi Penduduk Setiap Kelurahan di Kecamatan Kadia.....	36
Tabel 5.5 Proyeksi Fasilitas di Kecamatan Kadia.....	38
Tabel 5.6 Proyeksi Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Kadia.....	39
Tabel 5.7 Proyeksi Fasilitas Peribadatan di Kecamatan Kadia.....	40
Tabel 5.8 Distribusi Air Bersih SR di Kota Kendari.....	41
Tabel 5.9 Hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Kota Kendari.....	42
Tabel 5.10 Kebutuhan Air Bersih Domestik Kecamatan Kadia tahun 2015 – 2030.....	43
Tabel 5.11 Kriteria dan standar kebutuhan air bersih non domestik.....	44
Tabel 5.12 Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Fasilitas Pendidikan.....	46
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Total Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Kadia Tahun 2015 – 2030.....	49
Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Debit Air Bersih Pada Jam Puncak di Kecamatan Kadia.....	46
Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Total Debit Air Limbah di Kecamatan Kadia.....	52
Tabel 5.16 Debit Jam Puncak Pada Air Bersih dan Air Limbah di Kecamatan Kadia.....	53
Tabel 5.17 Hasil Uji Laboratorium Kualitas Limbah Cair Domestik di Kecamatan Kadia.....	54
Tabel 5.18 Efisiensi unit pengolahan limbah cair di Kecamatan Kadia.....	57
Tabel 5.19 Perhitungan <i>Mass Balance</i> Limbah Cair di Kecamatan Kadia.....	58
Tabel 5.20 Matriks Penentuan Lokasi IPAL di Kecamatan Kadia.....	62
Tabel 5.21 Lokasi IPAL Terpilih di Kecamatan Kadia.....	64
Tabel 5.22 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih Bar Screen	66
Tabel 5.23 Detail unit Bar Screen	68
Tabel 5.24 Kriteria Desain Bak Equalisasi	68
Tabel 5.25 Detail Unit Bak Equalisasi	70
Tabel 5.26 Kriteria Desain Bak Sedimentasi.....	70
Tabel 5.26 Detail Unit Bak Sedimentasi	79
Tabel 5.27 Kriteria desain bangunan Bak <i>Waste Water Garden</i>	79
Tabel 5.28 Detail Bak <i>Waste Water Garden</i>	83
Tabel 5.29 Kriteria Desain Bak Khlorinasi.....	84
Tabel 5.30 Detail bak Khlorinasi.....	87
Tabel 5.31 Kriteria Desain Kolam Indikator.....	87
Tabel 5.32 Detail Kolam Indikator.....	88
Table 5.33 Kriteria Desain Bak Penampungan Lumpur	89
Tabel 5.34 Rincian Bak Sludge Drying Bed.....	92

Tabel 5.35 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih Bar Screen	93
Tabel 5.36 Detail unit Bar Screen	95
Tabel 5.37 Kriteria Desain Bak Equalisasi	96
Tabel 5.38 Detail Unit Bak Equalisasi	97
Tabel 5.39 Kriteria Desain Bak Sedimentasi.....	98
Tabel 5.40 Detail Unit Bak Sedimentasi	106
Tabel 5.41 Kriteria desain bangunan Bak <i>Waste Water Garden</i>	108
Tabel 5.42 Detail Bak <i>Waste Water Garden</i>	111
Tabel 5.43 Kriteria Desain Bak Khlorinasi.....	112
Tabel 5.44 Detail bak Khlorinasi.....	114
Tabel 5.45 Kriteria Desain Kolam Indikator.....	115
Tabel 5.46 Detail Kolam Indikator.....	116
Table 5.47 Kriteria Desain Bak Penampungan Lumpur	117
Tabel 5.48 Rincian Bak Sludge Drying Bed.....	120
Tabel 5.49 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih Bar Screen	121
Tabel 5.50 Detail unit Bar Screen	123
Tabel 5.51 Kriteria Desain Bak Equalisasi	124
Tabel 5.52 Detail Unit Bak Equalisasi	125
Tabel 5.53 Kriteria Desain Bak Sedimentasi.....	126
Tabel 5.54 Detail Unit Bak Sedimentasi	135
Tabel 5.55 Kriteria desain bangunan Bak <i>Waste Water Garden</i>	136
Tabel 5.56 Detail Bak <i>Waste Water Garden</i>	139
Tabel 5.57 Kriteria Desain Bak Khlorinasi.....	140
Tabel 5.58 Detail bak Khlorinasi.....	143
Tabel 5.59 Kriteria Desain Kolam Indikator.....	144
Tabel 5.60 Detail Kolam Indikator.....	145
Table 5.61 Kriteria Desain Bak Penampungan Lumpur	145
Tabel 5.62 Rincian Bak Sludge Drying Bed.....	148
Tabel 5.63 Kehilangan Tekanan.....	150
Tabel 5.64 Kehilangan Tekanan.....	152
Tabel 5.63 Kehilangan Tekanan.....	154

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Grafik total kebutuhan air bersih di Kecamatan Kadia	50
Grafik 5.2 Grafik Total Debit Air Limbah di Kecamatan Kadia	5

Putra Andhika Rizki. 2018. Setyobudiarso Hery. Sudiro. “Perencanaan IPAL Domestik Komunal Di Kecamatan Kadia” Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAK

Besarnya pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kadia turut berkontribusi dalam peningkatan air limbah. Masyarakat disana masih menggunakan sistem *onsite* (setempat) dalam mengolah limbah cair domestik seperti *Black Water* masih menggunakan Septic tank dan limbah cair *Grey Water* masih di buang dibuang melalui drainas dan pipa yang kemudia berakhir di sungai maupun laut. Hal ini dapat berdampak buruk bagi kesehatan, estetika lingkungan dan pencemaran sungai. Untuk mencegah hal ini terjadi, maka diperlukan pengolahan limbah cair domestik terlebih dahulu.

Waste Water Garden merupakan salah penemuan ekoteknik yang dimana pada pengolahan ini mengandalkan pada kemampuan tanaman untuk mereduksi, menghilangkan, memindahkan dan menstabilkan bahan pencemar pada air limbah.

Desain dari perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan konsep *Waste Water Garden* ini menggunakan jenis tanaman, Cattail (*Typha Angustifolia*), Kala Lili, Lotus (*Nelumbo Nucifera*) dan Bambu air (*Equisetum Hyemale*). Perapan konsep ini berguna untuk menekan kadar pencemaran pada air limbah domestik dengan efisiensi menurunkan TSS 89,44 %, BOD 93,04 %, COD 89,35% dan E.coli 95 %.

Kata kunci : Air limbah, Bambu Air, Cattail, IPAL, Kala lili, *Waste Water garden*, WWG

ABSTRAK

Besarnya pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kadiwa turut berkontribusi dalam peningkatan air limbah. Masyarakat disini masih menggunakan sistem waste (sempet) dalam mengolah limbah cair domestik seperti Wawa, masih menggunakan Septic tank dan limbah cair Wawa masih di buang dibuang melalui drainas dan pipa yang kadang berakumulasi di saluran maupun laut. Hal ini dapat berdampak buruk bagi kesehatan, estetika lingkungan dan pencemaran sungai. Untuk mencegah hal ini terjadi, maka diperlukan pengolahan limbah cair domestik terlebih dahulu.

Wawa Wawa (Wawa) merupakan salah penerapan efektif yang dimana pada pengolahan ini menggunakan kemampuan tanaman untuk mereduksi, menghidangkan, meniadakan dan menstabilkan bahan pencemar pada air limbah.

Desain dari perencanaan instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan konsep Waste Water (wawa) ini menggunakan jenis tanaman Cattail (*Typha latifolia*), Kaili (*Albizia julibrissin*) dan Bambu air (*Agrostis sp.*). Perjan konsep ini berguna untuk mereduksi kadar pencemaran pada air limbah domestik dengan efisiensi menandakan TSS 89,44%, BOD 93,04%, COD 80,78% dan E.coli 95%.

Kata kunci : Air limbah, Bumbu Air, Cattail, IPAL, Kaili, Bambu Air, Wawa Wawa

Andhika Rizki Putra. 2018. Setyobudiarso Hery. Sudiro. "Planning IPAL Domestic Communal In Kadia District" Thesis Environmental Engineering Department. Faculty of civil engineering and planning. National Institute of Technology of Malang

ABSTRACT

The large population growth in Kecamatan Kadia contributed to the increase of waste water. The people there still use the onsite system to treat domestic wastewater such as Black Water using Septic tank and liquid waste of Gray Water is still thrown away through drainage and pipes which ends in river and sea. This can be bad for health, environmental aesthetics and river pollution. To prevent this from happening, it is necessary to process domestic effluent first.

Waste Water Garden is one of the most eco-technological discoveries in which it relies on the plant's ability to reduce, remove, remove and stabilize pollutants in wastewater.

Design of Waste Water Treatment Plant (WWTP) with Waste Water Garden concept using plant species, Cattail (*Typha Angustifolia*), Kala Lili, Lotus (*Nelumbo Nucifera*) and Bamboo water (*Equisetum Hyemale*). This concept is useful for reducing pollution levels in domestic wastewater with the efficiency of decreasing TSS 89.44%, BOD 93,04%, COD 89,35% and 95% E.coli

Keywords : Wastewater, Bambu Air, Cattail, IPAL, Kala lili, *Waste Water garden*, WWG

Journal of Environmental Health, 2017, Vol. 19, No. 1, pp. 1-10
© 2017 Taylor & Francis Group LLC
http://www.tandfonline.com
http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2017.1300000

ABSTRACT

The large number of water treatment plants in the United States that are not equipped with advanced treatment technologies such as membrane filtration, reverse osmosis, and ultraviolet disinfection, and the potential for these technologies to reduce the risk of waterborne disease and other health effects, have led to a growing interest in these technologies. This paper reviews the current state of the art in advanced water treatment technologies and discusses the challenges associated with their implementation. The paper also discusses the potential for these technologies to reduce the risk of waterborne disease and other health effects, and the potential for these technologies to improve the quality of drinking water. The paper concludes that advanced water treatment technologies have the potential to significantly reduce the risk of waterborne disease and other health effects, and that these technologies should be widely implemented.

Keywords: *Advanced Water Treatment, Membrane Filtration, Reverse Osmosis, Ultraviolet Disinfection, Drinking Water*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kota Kendari merupakan ibu kota Sulawesi Tenggara. Berdasarkan letak geografis, wilayah Kota Kendari terletak di sebelah Tenggara Pulau Sulawesi. Wilayah daratannya terdapat di daratan Pulau Sulawesi mengelilingi Teluk Kendari. Luas wilayah Kota Kendari 267,37 km² atau 0,7 % dari luas daratan Provinsi Sulawesi Tenggara. Pertumbuhan penduduk di Kota Kendari setiap tahun terus mengalami peningkatan pada tahun 2011 jumlah penduduknya yaitu 302.376 jiwa dan pada tahun 2015 meningkat menjadi 347.496 jiwa.

Kecamatan Kadia merupakan 1 dari 10 kecamatan yang terdapat di Kota Kendari. Kecamatan Kadia memiliki luas wilayah daratan 7,61 km² atau 2,50 % dari luas daratan Kota Kendari serta terdapat 5 kelurahan. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kecamatan Kadia pada tahun 2014 mencapai 45.460 jiwa dan pada tahun 2015 bertambah menjadi 47.031 jiwa sehingga berdasarkan data tersebut terjadi pertumbuhan penduduk sebesar 3,5 %.

Besarnya pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kadia turut berkontribusi dalam peningkatan produksi limbah cair domestik. Berdasarkan data dari POKJA Kota Kendari tahun 2012, masyarakat masih menggunakan sistem *onsite* (setempat) dalam mengolah limbah cair domestik seperti *Black Water* masih menggunakan septic tank dan limbah cair *Grey Water* masih dibuang melalui drainase dan pipa paralon yang kemudian berakhir di air sungai maupun air laut.

Berdasarkan hasil penelitian, pencemaran di Kali Mas Surabaya menunjukkan bahwa limbah domestik mengakibatkan peningkatan yang signifikan pada parameter TSS, BOD dan Fosfat yang masih melebihi standar baku mutu (Pavita dkk, 2014). Selain itu sanitasi yang buruk mampu menciptakan wabah penyakit, berdasarkan hasil penelitian, Faktor Resiko Sanitasi Lingkungan Rumah Terhadap Kejadian Cacingan pada murid SD di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian cacingan pada murid Sekolah Dasar (SD) lebih besar yang terinfeksi 75,7 %. Sedangkan faktor sanitasi

yang memiliki resiko tinggi terhadap kejadian cacangan adalah sarana pembuangan tinja, saluran pembuangan air limbah dan sarana pembuangan sampah. (Nur dkk, 2013)

Untuk mencegah hal ini terjadi, maka perlu adanya pengolahan limbah cair domestik di Kecamatan Kadia. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya permasalahan yang sama seperti yang terjadi di Sungai Kali Mas dan Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

Fitoremediasi adalah salah satu teknologi yang bersahabat dengan lingkungan yang tidak mahal dan efektif. Proses pengolahan limbah cair yang menggunakan tumbuhan air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar ataupun batang tumbuhan air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tumbuhan air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu (Reed, 2005).

Waste Water Gardens merupakan salah satu metode dari Fitoremediasi *Waste Water Garden* merupakan salah satu pengolahan limbah cair domestik yang mengandalkan tanaman sebagai media untuk mereduksi polutan pada air limbah domestik. Kelebihan dari *WWG* adalah adanya peningkatan estetika lingkungan, tidak memerlukan biaya operasional tinggi, memanfaatkan sumber daya alam yang ada, bebas dari bakteri patogen dan tidak menimbulkan bau sehingga mampu terciptanya lingkungan yang lebih asri dan bersih serta mampu meningkatkan kualitas air limbah domestik yang lebih baik. Penerapan *Waste Water Garden* juga merupakan salah satu metode penerapan teknologi yang tepat guna yang murah, tidak memerlukan teknologi yang rumit dan peralatan mesin atau bahan kimia dan tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi. (Irawanto, 2010).

Berdasarkan penelitian, konsep *Waste Water Garden (WWG)* yang menggunakan tanaman *Cattail (Typha Angustifolia)* mampu menurunkan BOD 77,9 % dan TSS 69,9 %, *Kalla Lili* mampu menurunkan BOD 15,77 % dan TSS 2,54 % dan *Nelumbo Nucifera (Lotus)* yang berguna untuk menambah nilai estetika (Merlita, tahun 2014). Selain itu penurunan COD dengan menggunakan tanaman Ekor Kucing (*Typha Latifolia*) dan Eceng Gondok mampu menyisihkan COD berkisar antara 74,07 % – 92,42 % (Sungkowo dkk, 2015). Tanaman Melati

air mampu penurunan kadar BOD dan COD rata – rata 92 % dan COD rata – rata 82 % sementara tanaman Bambu Air memiliki efisiensi menurunkan kadar BOD rata – rata 86 % dan COD rata – rata 84 % (Sasono dkk, 2013).

Dengan demikian perencanaan IPAL Domestik Komunal dengan Metode *Waste Water Garden (WWG)* ini diharapkan dapat mencegah terjadinya pencemaran pada lingkungan khususnya di Kecamatan Kadia. Penulis berharap dengan penerapan konsep *WWG* pada pengolahan limbah cair domestik ini agar supaya bisa aplikatif dan efektif serta ramah lingkungan. Hal ini bertujuan agar supaya limbah yang dihasilkan dari rumah tangga dapat dimanfaatkan kembali serta memenuhi standar baku mutu yang sudah ditetapkan.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana cara untuk menerapkan perencanaan IPAL domestik komunal dengan konsep *Waste Water Garden* di Kecamatan Kadia,

1.3. Tujuan

Tujuan perencanaan ini adalah mendesain IPAL domestik komunal di Kecamatan Kadia, Kota Kendari

1.4. Manfaat

1. Manfaat dari perencanaan IPAL domestic dengan konsep *WWG* ini merupakan salah satu metode yang memiliki efisiensi pengolahan yang cukup tinggi tergantung dari jenis tanaman yang dipergunakan. Selain itu, metode ini juga tidak terlalu memerlukan biaya operasional yang tinggi serta memiliki pemandangan yang indah.
2. Perencanaan IPAL domestik komunal dengan konsep *Waste Water Garden* ini diharapkan dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan oleh limbah cair domestik.

1.5. Ruang Lingkup

Perencanaan IPAL domestik komunal ini mencakupi pada :

1. Berdasarkan master plant air limbah Kota Kendari. Kecamatan Kadia yang merupakan bagian dari master plan air limbah sehingga telah dipilih lokasi IPAL. Lokasi IPAL terbagi menjadi 3 bagian yaitu : Kelurahan Anaiwoi, Kelurahan Wowanggu dan Kelurahan Bende.
2. Jenis limbah cair domestik dalam perencanaan ini adalah limbah *Grey Water*.
3. Analisa data merupakan bagian dari perencanaan IPAL komunal ini yang mencakupi :
 - a. Proyeksi penduduk dan fasilitas umum.
 - b. Analisa kebutuhan air bersih dan debit air limbah.
 - c. Analisa kualitas air limbah domestik.
 - d. Analisa luas area perencanaan.
 - e. Analisa desain bangunan IPAL.
4. Analisa penentuan dan kesesuaian lahan dalam menentukan lokasi perencanaan IPAL.
5. Tanaman yang terpilih dalam perencanaan IPAL domestik komunal ini menggunakan tanaman Cattail, Kala Lili, Lotus dan Bambu air.
6. Perencanaan ini mencakupi pada detail perhitungan dan desain perencanaan IPAL domestik.
7. Pada perencanaan ini akan menghasilkan sebuah konsep desain, detail perhitungan dan gambar 3D dan 2D pada perencanaan IPAL domestik komunal di Kecamatan Kadia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah cair

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 05 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, Air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Sedangkan menurut Notoatmodjo, air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup (Notoatmodjo, 2003).

Air limbah memberikan efek dan gangguan buruk baik terhadap manusia maupun lingkungan. Efek buruk dan gangguan antara lain adalah gangguan terhadap kesehatan, keindahan, dan benda. Keindahan pada air limbah meninggalkan ampas dan bau yang tidak sedap dan terhadap benda air limbah bisa menimbulkan korosi (karat) (Robert J.Kodoatie dkk, 2010).

2.2 Limbah Cair Domestik

2.2.1 Definisi Limbah Cair Domestik

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 05 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, Limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas dapur, kamar mandi dan cuci.

Air limbah domestik mengandung lebih dari 90 % cairan. Zat-zat yang terdapat dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat dan lemak dan juga unsur-unsur anorganik seperti butiran, garam dan metal serta mikroorganisme. Unsur-unsur

tersebut memberikan corak kualitas air buangan dalam sifat fisik kimiawi maupun biologi (Robert J.Kodoatie dkk, 2008).

2.2.2 Sumber dan Karakteristik Limbah Cair Domestik

a. Sumber Limbah Cair Domestik

Sangat banyak aktivitas rumah tangga yang menghasilkan limbah cair, antara lain mencuci pakaian, mencuci alat makan/minum, memasak makanan dan minuman, mandi, mengepel lantai, mencuci kendaraan, penggunaan toilet dan sebagainya. Semakin banyak jenis aktivitas dilakukan, semakin besar volume limbah cair dihasilkan. Tingkat sosial, ekonomi, serta budaya manusia akan mempengaruhi jenis aktivitas yang dilakukan sehingga secara tidak langsung faktor itu akan berpengaruh pula pada volumelimbah cair (Soeparman dkk, 2001).

b. Karakteristik Limbah Cair Domestik

➤ Karakteristik Limbah Cair Domestik Secara Fisik

Kualitas dan sifat fisik air buangan domestik pada umumnya dinyatakan dalam temperatur, warna, bau dan kekeruhan. Untuk lebih jelasnya sifat – sifat tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Karakteristik fisik air buangan domestik (LPM-ITB, 1994)

Parameter	Penjelasan
Temperatur	Suhu dan air buangan biasanya sedikit lebih tinggi dari air minum. Temperatur ini dapat mempengaruhi aktifitas microbial, solubilitas dari gas dan viskositas.
Warna	Air buangan seger biasanya berwarna agak abu-abu. Dalam kondisi septic air buangan akan berwarna hitam.
Bau	Air buangan seger biasanya mempunyai bau seperti sabun atau bau lemak. Dalam kondisi septic akan berbau sulfur dan kurang sedap.
Kekeruhan	Kekeruhan pada air buangan sangat tergantung sekali pada kandungan zat padat tersuspensi. Pada umumnya air buangan yang kuat mempunyai kekeruhan tinggi.

(Robert J.Kodoatie dkk, 2008)

➤ **Karakteristik Limbah Cair Domestik Secara Kimiawi**

Kualitas/sifat kimiawi dari air buangan domestik biasanya dinyatakan dalam bentuk organik dan anorganik dan biasanya dengan perbandingan 50 % zat organik dan 50 % zat anorganik. Komposisi tipikal dari air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2. Karakteristik kimiawi air buangan domestik (LPM-ITB, 1994)

Parameter (mg/l)	Konsentrasi		
	Kuat	Medium	Lemah
Total zat padat (TS)	1200	720	350
• Zat padat terlarut (DS)	850	500	250
• Zat Padat Tersuspensi (SS)	350	220	100
BOD ₅	400	220	110
TOC	290	160	80
COD	1000	500	250
N total	85	40	20
P total	15	8	4
Cl ⁻	100	50	30
Alkalinity (Ca CO ₃)	200	100	50
Lemak	150	100	50

(Robert J.Kodoatie dkk, 2008).

➤ **Karakteristik Limbah Cair Domestik Secara Biologis**

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-

bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya (Metcalf dkk, 2003).

2.3 Dampak Pencemaran Limbah Cair Domestik

Air limbah memberikan efek dan gangguan buruk fisik terhadap manusia maupun lingkungan. Efek buruk dan gangguan antara lain (Sughiarto, 1987); gangguan terhadap kesehatan, keindahan dan benda. Terhadap keindahan, air limbah meninggalkan ampas dan bau yang tidak sedap dan terhadap benda air limbah bisa menimbulkan korosi (karat).

Air limbah mempunyai pengaruh yang berbeda – beda terhadap kesehatan individu manusia. Faktor-faktor yang terkait dengan seberapa jauh pengaruh limbah terhadap kesehatan, antara lain:

- Daya tahan tubuh.
- Jenis limbah dan jumlah dosis yang diterima pada tubuh.
- Akumulasi dosis limbah dalam tubuh.
- Sifat-sifat racun (*toxic*) dari limbah terhadap tubuh.
- Mudah tidaknya limbah dicerna dan dikeluarkan dari tubuh.
- Waktu kontak (lama tidaknya) berada dalam lingkungan limbah.
- Alergi (tubuh sensitif) terhadap limbah dan dalam bentuk tertentu seperti: bau, debu dan cairan.

Sebagai gambaran, berikut disampaikan bahan buangan dan pengaruhnya terhadap kesehatan:

- Amoniak dalam konsentrasi 0,3 ppm dapat mengganggu penurunan kandungan oksigen dalam darah.
- Nitrit mempunyai pengaruh yang dapat mengikat haemoglobin dalam darah dan akan menghambat perjalanan oksigen yang dibutuhkan dalam tubuh manusia.
- Sulfida mempunyai pengaruh bau dan bersifat racun.

- Chromium dan fenol menyebabkan gangguan pada tubuh pada dosis 0,4 sampai dengan 0,8 ppm.
- Chlorine mempunyai pengaruh gangguan terhadap sistem pernafasan dan selaput mata.
- Phosgenes mempunyai pengaruh gangguan tubuh berupa batuk-batuk dan gatal pada paru-paru.

(Robert J.Kodoatie dkk, 2008).

2.4. Penentuan Lokasi IPAL

Keputusan untuk mengadakan pemilihan lokasi IPAL sangat berkaitan dengan berbagai faktor. Masing – masing faktor tersebut haruslah dibuat skala prioritas agar dapat lebih mudah menentukan urutan mana lebih penting dalam pemilihan lokasi IPAL. Penyusunan skala prioritas ini perlu didukung oleh suatu data dan analisa yang dapat memberikan hasil yang obyektif dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya dengan memperkecil kemungkinan – kemungkinan timbulnya suatu kesalahan yang dapat mempengaruhi hasil akhir secara negatif.

Faktor – faktor pertimbangan dalam menentukan lokasi IPAL adalah sebagai berikut :

a. Penduduk

Setiap kota mempunyai jumlah penduduk yang berbeda – beda. Menurut jumlah penduduknya, umumnya terbagi atas beberapa macam yaitu kota metropolitan, kota besar, kota sedang, dan kota kecil. Pembagian kota menurut jumlah penduduknya juga berpengaruh pada pendapatan penduduknya. Pada kota metropolitan perputaran keuangan lebih cepat dibandingkan kota kecil, sehingga berpengaruh pada mata pencaharian penduduk kotanya. Ratio atau perbandingan penduduk yang berpenghasilan menengah ke atas dengan penduduk yang berpenghasilan menengah ke bawah sangatlah signifikan atau terlihat dengan jelas, pada kota metropolitan. Berbeda dengan kota kecil yang mempunyai jumlah penduduknya terbatas. Pada kota kecil biasanya mata pencaharian

penduduknya homogen atau tidak banyak berbeda satu dengan yang lainnya. Dan hal ini yang biasanya menjadikan pendapatan penduduk pada kota tersebut minim.

b. Jarak

Faktor pertimbangan ini meliputi jarak lokasi ke pusat kota dan jarak ke pemukiman. Semakin dekat wilayah pelayanan yang dilayani oleh sebuah IPAL, maka semakin efisien pelayanan yang diberikan oleh IPAL tersebut.

c. Kemiringan Lahan

Kemiringan lahan adalah letak topografi suatu daerah yang berbentuk alam. Faktor pertimbangan ini meliputi kemiringan lahan dan tinggi elevasi tanah. Pembobotan untuk indikator kemiringan lahan dan elevasi tanah adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi kemiringan lahan semakin tidak baik dalam pengaliran limbah dengan sistem perpipaan. Tapi semakin tinggi elevasi tanah suatu permukaan, maka mudah untuk mengalirkan limbah tersebut secara gratis.

d. Jenis Tanah

Faktor pertimbangan jenis tanah terbagi atas 3 buah indikator pertimbangan jenis tanah. Tanah lempung mempunyai diameter 0,002 mm. Tanah lanau mempunyai diameter 0,002 – 0,053 mm. Pasir mempunyai diameter 0,053 – 2 mm. Semakin besar ukuran diameternya semakin kurang baik untuk pondasi suatu struktur bangunan, termasuk struktur bangunan IPAL.

e. Tata Guna Lahan

Pemilihan lokasi IPAL pada wilayah yang mempunyai tata guna lahan, sebagai lahan pertanian, merupakan lokasi yang paling ideal, karena lahan pertanian paling minim menimbulkan dampak negatif pada penduduk wilayah kota tersebut yang dapat ditimbulkan reaksi negatif dari penduduk apabila tata guna biasanya wilayah yang mempunyai tata guna lahan sebagai lahan pertanian, tidak cocok untuk didirikan pemukiman. Suatu kota dalam perencanaan pengembangan kotanya,

biasanya prosentase pengembangan pemukimannya lebih tinggi dibanding pengembangan dibidang lain (industri, pertanian, rekreasi dan lain-lain). Untuk mengefisienkan luas wilayah suatu kota, maka lokasi IPAL lebih baik didaerah pengembangan wilayah yang mempunyai prosentase kecil, seperti pada daerah lahan pertanian.

f. Badan Air Penerima

Faktor pertimbangan badan air penerima yang dimaksud dalam kajian ini adalah sungai. Sungai yang menjadi tempat pembuangan akhir pengolahan dalam kajian ini dibagi menurut peruntukan air sungainya. Peruntukan air sungai adalah status pemanfaatan dan fungsi dari suatu badan air .

g. Bahaya Banjir

Suatu wilayah bila tidak terkena banjir, semakin baik pertimbangannya dalam pemilihan lokasi IPLT dan besar bobot yang diberikan dalam pertimbangan pemilihan lokasi IPLT

h. Legalitas Lahan

Faktor pertimbangan ini meliputi legalitas lahan yang akan dijadikan lokasi IPAL, kesesuaian lahan yang ada dengan pengembangan suatu wilayah yang tertera dalam RUTR / RTRW-nya, adanya dukungan nyata dari masyarakat sekitarnya akan rencana pembangunan IPAL. Kepemilikan lahan yang akan dipergunakan sebagai lokasi IPAL hendaknya bukan lahan yang bermasalah. Ika kepemilikan lahan tersebut adalah milik Pemerintah, maka semakin kecil permasalahan yang akan timbul dari pemakaian lahan itu. Tetapi aspek dukungan masyarakat akan rencana penggunaan lahan juga harus dijadikan pertimbangannya. Peran Pemerintah daerah dalam menyesuaikan lokasi IPAL dengan perencanaan tata ruang wilayahnya sangatlah dipertimbangkan dalam proses pemilihan lokasi IPAL.

(Sumber : Samsuhadi, 2012)

2.5. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

Sistem pembuangan air limbah domestik terbagi menjadi 2 (dua) macam sistem yakni sistem pembuangan air limbah setempat (*on site system*) dan pembuangan terpusat (*off site system*).

Sistem pembuangan setempat adalah fasilitas pembuangan air limbah yang berada didalam daerah persil pelayanannya (batas tanah yang dimiliki). Contoh sistem pembuangan air limbah domestik setempat adalah sistem cubluk atau tangki septik.

Sistem pembuangan terpusat adalah sistem pembuangan yang berada di luar persil. Contoh sistem penyaluran air limbah yang dibuang ke suatu tempat pembuangan (*disposal site*) yang aman dan sehat dengan atau tanpa pengolahan sesuai kriteria baku mutu dan besarnya limpasan.

Adapun tempat pembuangan dapat berupa lahan tanah terbuka sebagai tempat (misal di Padang Pasir) atau bahan-bahan aliran air sebagai badan penerima (Robert J.Kodoatie dkk, 2008).

2.4.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Sistem ini dilakukan untuk menangani limbah domestik pada wilayah yang tidak memungkinkan untuk dilayani oleh sistem terpusat ataupun secara individual. Penanganan dilakukan pada sebagian wilayah dari suatu kota, dimana setiap rumah tangga yang mempunyai fasilitas MCK pribadi menghubungkan saluran pembuangan ke dalam sistem perpipaan air limbah untuk dialirkan menuju instalasi pengolahan limbah komunal. Untuk sistem yang lebih kecil dapat melayani 2-5 rumah tangga, sedangkan untuk sistem komunal dapat melayani 10-100 rumah tangga atau bahkan dapat lebih. Effluent dari instalasi pengolahan dapat disalurkan menuju sumur resapan atau juga dapat langsung dibuang ke badan air (sungai). Fasilitas sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga atau MCK umum. Bangunan pengolahan air limbah ini dapat diterapkan di perkampungan dimana tidak memungkinkan bagi warga masyarakatnya untuk membangun *septic tank* individual di rumahnya masing-masing (Lukman. K, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa teknologi IPAL komunal *Anaerobic Baffle Reactor* mampu menurunkan parameter air limbah (BOD, TSS, minyak dan lemak) yang tinggi serta memenuhi parameter baku mutu air limbah domestik (Afandi dkk, 2013).

2.4.2 Unit Bangunan IPAL

1. Bar screen

biasanya digunakan untuk fasilitas pengolahan air limbah dengan skala sedang dan skala besar. Pada umumnya terdiri dari chamber dengan struktur inlet dan outlet, serta peralatan saringan. Bentuknya dirancang sedemikian rupa agar memudahkan untuk membersihkan serta pengambilan material yang tersaring. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan bar screen antara lain yakni : kecepatan atau kapasitas rencana, jarak antar bar, ukuran bar (batang), sudut inciliasi, head loss yang diperbolehkan.

2. Equalisasi

Penggunaan sumur pengumpul pada *primary treatment* yang berfungsi sebagai berikut :

a. Manampung air buangan dari sumber yang kedalamannya di permukaan dari instalasi pengolahan air buangan sebelum air buangan tersebut diopompakan ke atas.

b. Menstabilkan atau mengkonstantakan variasi debit dan konsentrasi air buangan untuk meningkatkan kinerja pada proses selanjutnya.

3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi. Proses sedimentasi pada pengolahan air limbah umumnya untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan proses pengolahan selanjutnya. Gumpalan padatan yang terbentuk pada proses koagulasi masih berukuran kecil. Gumpalan – gumpalan yang lebih besar dalam proses flokulasi. Dengan terbentuknya gumpalan – gumpalan besar. Maka beratnya akan

bertambah, sehingga karena gaya beratnya gumpalan – gumpalan tersebut akan bergerak ke bawah dan mengendap pada bagian dasar tangki sedimentasi. Bak sedimentasi dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Pada bak ini aliran air limbah sangat tenang untuk memberi kesempatan padatan/suspensi untuk mengendap. Kriteria – kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah : *surface loading* (beban permukaan), kedalaman bak dan waktu tinggal. (www.kelair.bppt.go.id)

4. Desinfeksi Klorinasi

Klorin adalah desinfektan yang paling banyak digunakan karena efektif pada konsentrasi rendah. Murah dan membentuk residual jika digunakan pada dosis yang tepat. Penggunaan klorida (Cl_2) untuk membunuh bakteri air diperkenalkan oleh John L Leal dengan penggunaan $Ca(OCl)_2$ untuk proses desinfeksi dalam pipa. Kini klor sebagai desinfektan selain digunakan sebagai kalsium diklorida ($Na(OCl)$) ataupun hipoklorit ($HOCl$). Pada prakteknya di lapangan, bentuk desinfektan klorin yang lebih sering digunakan adalah desinfeksi klor dalam gas (Lestari dkk, 2012).

2.5. *Fitoremediasi*

Fitoremediasi adalah sebuah proses yang melibatkan tumbuhan berklorofil untuk mengurangi kandungan polutan yang terdapat pada tanah, udara dan air (Chaney *et al*, 1997). *Fitoremediasi* adalah sebuah teknik yang menggunakan tumbuhan untuk mengurangi atau menurunkan kadar polutan dalam lingkungan sehingga menjadi tidak berbahaya lagi (Salt, *et al.*, 1998).

Ada beberapa kategori dalam *fitoremediasi* yaitu *Phytoextraction*, *Phytofiltration*, *Phytostabilization*, *Phytovolatilization*, dan *Phytodegradation* tergantung dari mekanisme remediasinya (Lone *et al*, 2008). *Phytoextraction* melibatkan kegunaan tumbuhan untuk menghilangkan kontaminan di dalam tanah. *Phytofiltration* merupakan proses penghilangan logam dari yang tercemar oleh atau anakan tumbuhan. Sedangkan *Phytostabilization* melibatkan akar untuk

menyerap polutan dari dalam tanah dan menyimpannya di dalam rizosfir, dan mengurangi penyebaran polutan. *Phytovolatilization* melibatkan kegunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan melalui proses penguapan pada foliage daun, seperti pada polutan Se dan Hg. *Phytodegradation* merupakan kegunaan tumbuhan untuk berasosiasi dengan mikroorganisme dalam mengurangi kadar polutan (Garbisu dkk, 2001).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Eceng Gondok dapat menurunkan konsentrasi fosfat dengan waktu kontak 0, 5, 10, 15 dan 20 yang paling optimum adalah perlakuan ke 2 dan ke 3 pada hari ke 5 dengan konsentrasi fosfat <0.01 mg/l. Sedangkan efisiensi penyerapan dan akumulasi fosfat optimum ada eceng gondok selama 20 hari didapat pada perlakuan ke 3 yaitu akumulasi akar sebesar 14,90% dan tangkai daun 20,05% (Stefhany dkk, 2013).

Penelitian lain menunjukan bahwa kombinasi tanaman *Echinodorus Palaefolius* (Melati Air), *Pontederia Lanceolata* (Pandan Air) dan *Zantedeschia Aethiopica* (Kala Lili) mampu menurunkan parameter total P, Nitrat, Nitrit, BOD, COD, TSS, pH dan total *Coliform* serta memenuhi standar baku mutu air minum (Uluwiyah, 2014).

2.6. Konsep *Waste Water Garden (WWG)*

Waste Water Garden adalah sebuah penemuan ekoteknik yang menggunakan prinsip-prinsip rancangan yang berwawasan lingkungan yang sangat efektif. Pengolahan primer, untuk memisahkan benda-benda padat, terjadi di dalam tangki kotoran (*septic tank*) yang kedap yang bersifat konvensional atau kolam pengendapan. Tetapi kemudian, sebagai pengganti dari penyaluran secara langsung ke tempat peluruhan (*leachfield*) (yang sering menimbulkan masalah polusi lingkungan karena jaranganya pengolahan lebih lanjut, bau, mampet dan ukuran yang besar), air limbah yang kaya akan zat hara masuk ke dalam bagian ruangan yang kedap air baik yang terdiri dari sel tunggal atau multi sel tergantung ukuran sistem, dimana air limbah ditahan di bawah permukaan dan ditanami

dengan berbagai jenis tanaman khusus lahan basah. Tumbuhan-tumbuhan dipilih yang akarnya masuk ke seluruh kerikil dasar yang di isi oleh air limbah dan dipilih yang bisa tumbuh dengan subur sesuai dengan lingkungan dan iklim di daerah setempat (www.waste water garden indonesia.com).

Waste Water Garden (WWG) merupakan konsep pencegahan pencemaran lingkungan dengan tanaman dalam taman yang merupakan alternatif pengelolaan limbah yang murah, mudah, ramah lingkungan dan estetik. Beberapa jenis tanaman yang sering digunakan adalah Kana, Bambu Air, Heleconia, Keladi, Teratai, Lotus, Papirus, Lili, dan jenis tanaman lainnya yang mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami. Konsep fitoremediasi sangat ekologis, ekonomis dan efektif dalam pengelolaan lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan sistem lahan basah buatan dengan tanaman air dalam tatanan taman yang indah lebih dikenal dengan *Waste Water Garden (WWG)* (Iriwanto, 2010).

Berdasarkan penelitian bahwa dengan konsep *Waste Water Garden (WWG)* diketahui bahwa tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*) yang mampu menurunkan BOD 77,9% dan TSS 69,6%, Kala Lili mampu menurunkan BOD 15,77% dan TSS 2,54% dan Nelumbo Nucifera (Lotus) yang berguna untuk menambah nilai estetika. Unit *Waste Water Garden (WWG)* dengan dimensi panjang 11 m, lebar 8,8 m, tinggi 1,5 m dan freeboard 0,5 m (Merlita, 2014).

Sistem pengolahan air limbah di kampus terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) menggunakan perawatan anaerobik dengan septic tank di setiap bangunan. Bangunan tangki septik akan dioptimalkan berfungsi sebagai perawatan primer. Pengolahan air limbah yang direncanakan dengan sistem sanitasi *hybrida* yang melayani tujuh bangunan dan debit yang dihasilkan adalah 578 m³ / hari dalam periode rencana 20 tahun. Karakteristik air limbah di Kampus Terpadu UII adalah jenis air limbah dengan kekuatan rendah atau lebih banyak didominasi oleh air abu-abu. Sistem drainase air limbah menggunakan sistem perpipaan (*sewerage*) sejenis limbah kecil dan menggunakan pipa PVC. Unit pengolahan air limbah yang digunakan adalah *Waste Water Garden (WWG)*, yang

bisa menghilangkan BOD sekitar 85-95%. Limbah yang dihasilkan adalah 39,9 m³ / hari yang ditampung di kolam yang dapat digunakan untuk penyiraman tanaman dan air surplus akan dipasok ke lahan pelindian untuk konservasi air tanah (Surya S dkk, 2015).

2.6.1 Jenis *Tanaman Waste Water Garden (WWG)*

Tanaman aquatic (air) dan semi aquatic seperti *Eichornia Crassipes* (Eceng Gondok), *Hydrocotyle Umbellata*, *Lemna Minor* dan *Azolla Pinnata*, dapat menyerap logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), besi (Fe) dan merkuri (Hg) dari larutan terkontaminasi telah lama diketahui. Kemampuan ini sekarang digunakan dalam beberapa kontruksi lahan basah dan mungkin mejadi efektif dalam menghilangkan beberapa logam berat seperti bahan organik dari air. Kemampuan tanaman air tersebut dalam mengabsorpsi logam berat dilakukan melalui akarnya. Dalam teknologi fitoremediasi teknik ekstraksi logam dari air melalui akarnya dikenal dengan istilah *Rhizhofiltrasi*.

Beberapa jenis tanaman lain yang sering digunakan sebagai fitoremediasi adalah Anturium Merah/Kuning, Alamanda Kuning/Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cana Presiden Merah/Kuning/Putih, Dahlia, Dracenia Merah/Hijau, Heleconia Kuning/Merah, Jaka, Keladi Loreng/Sente/Hitam, Kenyeri Merah/Putih, Lotus Kuning/Merah, Onje Merah, Pacing Merah/Putih, Padi-padian, Papyrus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, pohon enau maupun pohon jarak, dan jenis tanaman lainnya yang mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami.

Berdasarkan penelitian bahwa tanaman *Cyperus Papyrus* memiliki nilai efisensi tertinggi 87,80% dan mampu menyisihkan TSS rata-rata sebesar 42,5%, dengan debit 90 ml/menit. Jenis tanaman *Ceratophyllum Submersum* juga mampu menurunkan kadar nitrogen dalam air limbah dengan nilai 0,036 + 0,002 mg/l/hari dan penurunan BOD selama 10 hari 35 %. Tanaman Kiambang terhadap dapat

mengakumulasi Rasioesium dengan nilai faktor transfer 5,87 ml/g, dan Eceng Gondok memiliki nilai jauh lebih besar 188 ml/g (Irawanto, 2010).

Berdasarkan penelitian, penambahan tanaman Eceng Gondok setelah effluent reaktor tanaman *Typha Latifolia*, memberikan pengaruh dalam penyisihan COD. Nilai efisiensi penyisihan COD berkisar antar 74,07 – 92,42 % (Sungkowo dkk, 2015).

2.6.2 Proses Kerja *Waste Water Garden (WWG)*

Dengan sistem *WWG*, air limbah (air bekas cucian, mandi dan septik tank) dapat langsung dialirkan ke bak penampung berisi kerikil yang diatas ditumbuhi dengan berbagai jenis tanaman. Tumbuhan akan menyerap nutrisi dalam air limbah tersebut, bersamaan dengan oksigen dan mikroorganisme yang terdapat dalam sistem *WWG* melenyapkan bakteri berbahaya / penyakit dalam air limbah yang tidak diolah. Dalam waktu 5 hari, air yang keluar dari *WWG* akan cukup bersih untuk mengairi taman.

Sistem *WWG* berlangsung secara alami. Ada 6 (enam) tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/pencemar yang berada di sekitarnya, yaitu:

1. *Phytoaccumulation (Phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan.
2. *Rhizofiltration (Rhizo: akar)* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.
3. *Phytostabilization* yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. *Rhizodegradation* yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan.
5. *Phytodegradation (Phyto Transformation)* yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai

molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.

6. *Phytovolatilization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer (Irawanto, 2010).

2.7. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaanya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Adapun standar baku mutu limbah cair domestik sebagai berikut :

Tabel 2.3. Standar Baku Mutu Limbah Cair Domestik menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Tahun 2016,

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	-	6 – 9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
TSS	mg/l	30
Minyak lemak	mg/l	5
Amoniak	mg/l	10
Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000
Debit	l/orang/hari	100

(Permen LHK RI Tahun 2016 Tentang Baku Air Limbah Domestik)

Keterangan:

* = Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, pemukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL pemukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal dan lembaga pemasyarakatan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Ide Studi

Ide studi ini muncul karena dilatar belakangi atas dasar pentingnya kebersihan lingkungan khususnya pencemaran oleh limbah cair domestik. Selain itu, langkah ini bertujuan sebagai langkah pencegahan dan pengendalian agar tidak terjadi kasus yang pernah terjadi di Sungai Kali Mas dan Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. Selain karena efektifitasnya tinggi konsep *WWG* juga mengedepankan estetika sehingga tepat mengingat Kecamatan Kadia merupakan pusat Kota Kendari.

3.2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan mulai dari tahap awal sampai akhir dalam penyusunan tugas akhir. Literatur yang digunakan mengenai sistem pengolahan limbah cair domestik ini berhubungan dengan :

- a. Pengolahan limbah cair domestik.
- b. Pengolahan data – data penunjang perencanaan IPAL.
- c. Literatur mengenai *Waste Water Garden* dan literatur lain yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair domestik.

3.3. Penentuan Lokasi Perencanaan

Penentuan lokasi perencanaan ini berdasarkan elevasi dan ketersediaan lahan kosong. Penentuan IPAL berdasarkan belum adanya IPAL komunal pada Kecamatan Kadia yang kondisi saluran pembuangannya masih bersifat terbuka dan mengandalkan pada kemampuan penyerapan oleh lahan terbuka. Berikut merupakan kelurahan dan luas daerah yang terdapat Kecamatan Kadia :

Tabel 3.1. Nama kelurahan dan luas daerah

No	Kelurahan	Luas Daerah (km ²)
1	Bande	1,75
2	Kadia	1,91
3	Anaiwoi	1,00
4	Wowawanggu	1,45
5	Pondambea	1,50

(Sumber : BPS Kota Kendari, 2016)

3.4. Metode Pengumpulan Data

3.4.1. Kebutuhan Data

Kebutuhan data yang diperlukan terdapat pada tabel 3.2. Data sekunder merupakan data dari 5 tahun terakhir. Kebutuhan dan jenis data sebagai berikut :

Tabel 3.2. Jenis data yang di perlukan dalam perencanaan IPAL

Data Primer	Sumber	Data Sekunder	Sumber
Luas Area Lahan Kosong	Observasi Lapangan	Peta Wilayah	Dinas PU Tata Ruang Kota / BPS Kota Kendari
Dokumentasi Lahan Kosong	Observasi Lapangan	Peta Kontur Wilayah	Dinas PU Tata Ruang Kota / BPS Kota Kendari
Jenis Tanah Lahan Kosong	Observasi Lapangan	Peta Penggunaan Lahan Wilayah	Dinas PU Tata Ruang Kota / BPS Kota Kendari
Kondisi Fisik Air Buangan Sekitar	Observasi Lapangan	Luas Area Wilayah	Dinas PU Tata Ruang Kota / BPS Kota Kendari

Lahan Kosong	Observasi Lapangan	Jumlah Penduduk	BPS Kota Kendari
-		Jumlah Fasilitas Umum	BPS Kota Kendari
Kualitas Air Limbah Domestik	Analisis Laboratorium	-	-

3.4.2. Cara Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer diperoleh dari observasi di lapangan secara langsung.

+ Luas Area Lahan Kosong

Survei lokasi lahan kosong ini bertujuan agar bisa menentukan kapasitas pengolahan limbah cair.

+ Dokumentasi Lahan Kosong

Sebagai dokumentasi atau arsip lahan kosong

+ Jenis Tanah Lahan Kosong

Untuk mengetahui lahan jenis tanah lahan kosong agar bisa menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan IPAL.

+ Kondisi Fisik Air Buangan

Untuk mengetahui secara fisik air Buangan dari masyarakat

+ Lahan kosong

Lahan kosong diperlukan sebagai salah satu tempat untuk perencanaan IPAL

+ Kualitas Air Limbah Cair Domestik

Untuk mengetahui karakteristik air limbah cair domestik dalam menentukan konsep perencanaan IPAL domestik komunal dengan metode *Waste Water Garden (WWG)*.

b. Data Sekunder

Data sekunder bersumber dari instansi atau lembaga – lembaga pemerintahan Kota Kendari sebagaimana yang telah tertera pada tabel 3.2.

+ Peta Adiministrasi Kecamatan Kadia

Peta administrasi ini digunakan untuk mengetahui batas – batas wilayah yang terdapat di Kecamatan Kadia.

+ Peta Kontur

Peta kontur digunakan untuk mengetahui ketinggian, bentuk lereng muka tanah yang ada di Kecamatan Kadia. Peta ini merupakan sebagai gambaran dalam rencana pembangunan ipal domestik.

+ Peta Tataguna Lahan

Peta ini bertujuan mengetahui tataguna lahan yang ada di Kecamatan Kadia agar supaya perencanaan ini sesuai dengan RTRW yang ada di kota kendari.

+ Peta Luas Wilayah

Peta ini bertujuan untuk mengetahui luas wilayah secara detail luasan area yang ada di Kecamatan Kadia

+ Jumlah Penduduk Dan Fasilitas Umum

Data ini digunakan untuk proyeksi penduduk dan fasilitas umum dan untuk mengetahui timbulan limbah cair domestik agar dapat menentukan kapasitas pengolahan limbah cair.

3.5. Analisa Data

Analisa data perlu dilakukan untuk menentukan kapasitas bangunan pengolah serta dimensi bangunan pengolahan limbah cair domestik. Analisis data yang dilakukan dalam tahap perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Analisa Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Dan Fasilitas Umum.

Proyeksi pertumbuhan penduduk dan fasilitas umum untuk mengetahui laju pertumbuhan pada 15 tahun kedepan dengan menggunakan metode Aritmatik, metode Geometri dan metode Last Square.

2. **Analisa Kebutuhan Air Bersih dan debit air limbah.**

a. **Air Bersih.**

Analisa kebutuhan air bersih dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air bersih dan debit air limbah yang di hasilkan. Adapun rumus kebutuhan air bersih sebagai berikut.

Jumlah penduduk x kebutuhan air bersih
--

b. **Analisa Debit Limbah Cair.**

Untuk perhitungan debit air limbah didapat dari total kebutuhan air bersih pada wilayah tersebut dikalikan dengan 70% karena tidak semua air buangan mencapai 100 % karena terdapat faktor penguapan.

3. **Analisa Kualitas Air Limbah.**

Analisa Kualitas air limbah awal perlu dilakukan sebelum dilakukan perhitungan desain bangunan pengolah karena berkaitan dengan perhitungan efisiensi removal bangunan pengolah yang direncanakan.

4. **Analisa Luas Area Perencanaan.**

Luas area perencanaan perlu ditentukan terlebih dahulu karena menentukan kapasitas desain bangunan IPAL yang akan dibangun sehingga dapat digunakan untuk perhitungan dimensi optimum bangunan IPAL.

5. **Detail perhitungan desain IPAL.**

Analisa perhitungan desain dilakukan untuk menentukan kapasitas dari unit pengolahan dengan lahan yang tersedia serta debit air limbah.

3.6. Penentuan Konsep Pengolahan Limbah Cair Domestik

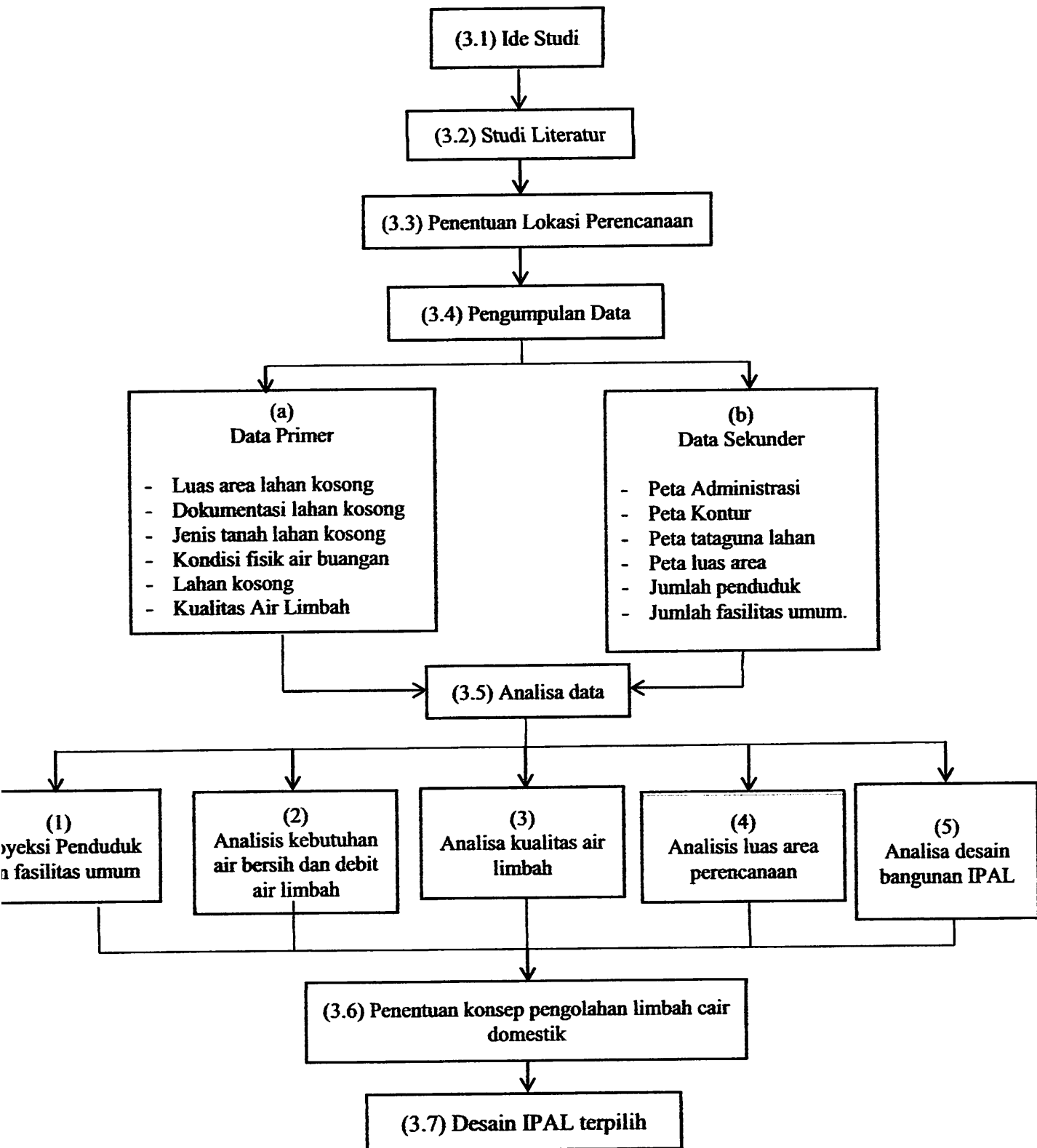
Penentuan konsep pengolahan limbah cair domestik ini dilakukan setelah mendapatkan data – data yang dibutuhkan. Pada tahap ini dilakukan pemilihan konsep pengolahan yang memiliki efektifitas tinggi serta sebagai penunjang dari konsep *Waste Water Garden*.

3.7. Desain IPAL Terpilih

Desain IPAL yang terpilih berasal dari proses penentuan konsep pengolahan limbah cair domestik dan IPAL yang terpilih yang menjadi pengolahan limbah cair domestik komunal di Kecamatan Kadia

3.8. Kerangka Perencanaan

Kerangka Tugas Akhir Perencanaan IPAL Domestik Komunal dengan Metode *Waste Water Garden (WWG)* di Kecamatan Kadia, Kota Kendari terdapat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.1 : Kerangka perencanaan IPAL domestik komunal.

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

4.1 Gambaran Umum Kecamatan Kadia

Kecamatan Kadia yang merupakan salah satu dari 10 kecamatan yang ada di Kota Kendari yang secara geografis terdapat di tengah – tengah kota. Adapun batas wilayah Kecamatan Kadia sebagai berikut :

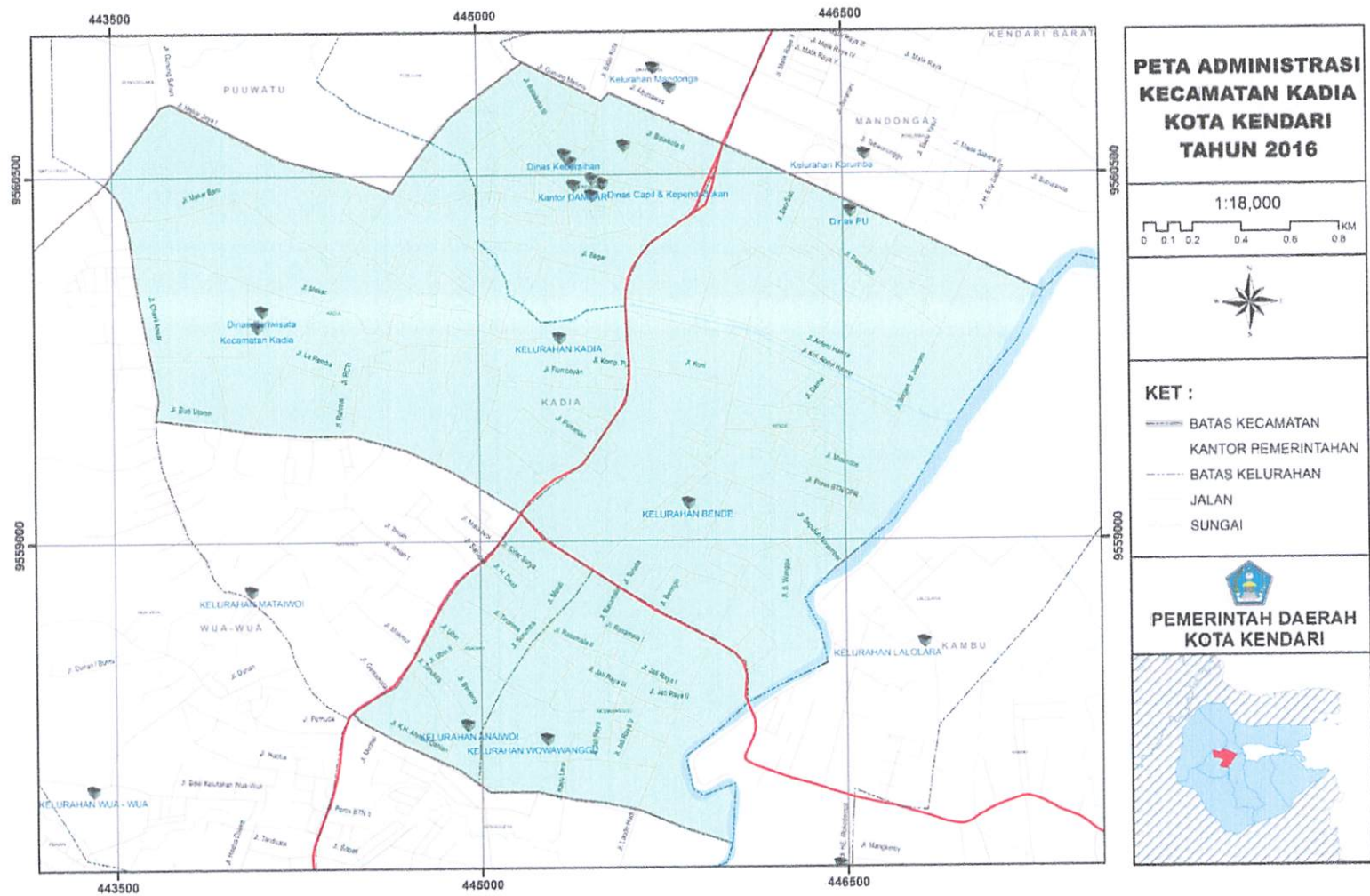
- Sebelah Utara : Kecamatan Puuwatu dan Kecamatan Mandonga.
- Sebelah Selatan : Kecamatan Kambu dan Kecamatan Wua – Wua.
- Sebelah Timur : Kecamatan Mandonga dan Kecamatan Kambu.
- Sebelah Barat : Kecamatan Wua – Wua.

Kecamatan Kadia yang merupakan wilayah perencanaan IPA1 Domestik *Waste Water Garden* ini memiliki luas wilayah daratan sebesar 7,61 km². Terdapat 5 kelurahan dan memiliki luas wilayah sangat beragam. Kelurahan Kadia merupakan kelurahan paling luas dan yang terkecil ialah Kelurahan Anaiwoi (Kecamatan Kadia dalam Angka, 2016).

Tabel 4.1. Nama Kelurahan dan Luas Wilayah yang terdapat di Kecamatan Kadia, Kota Kendari.

No	Kelurahan	Luas	
		Km ²	%
1	Bende	1,75	23
2	Kadia	1,91	25,10
3	Anaiwoi	1,00	13,14
4	Wowanggu	1,45	19,05
5	Pondambea	1,50	19,71
Total		7,61	100

(Sumber : Kadia Dalam Angka, 2016)



Gambar 4.1 : Peta Administrasi Kecamatan Kadia

4.2 Keadaan Iklim di Kecamatan Kadia.

Sebagaimana daerah – daerah lain di Indonesia dan Kota Kendari pada umumnya. Kecamatan Kadia hanya mengenal dua musim yakni musim kemarau dan musim hujan. Keadaan musim sangat dipengaruhi oleh arah angin yang bertiup di atas wilayahnya.

Pada bulan April sampai dengan bulan Agustus, angin bertiup banyak mengandung air yang berasal dari Benua Asia dan Samudra Pasifik, setelah melalui beberapa lautan. Maka pada bulan – bulan tersebut di wilayah Kecamatan Kadia dan sekitarnya biasanya terjadi musim hujan. Menurut data curah hujan yang ada memberikan indikasi bahwa di Kecamatan Kadia memiliki rata - rata curah hujan per tahun ialah 2004 curah hujan (mm). Berikut adalah tabel banyaknya hari hujan dan curah hujan di Kecamatan Kadia (Kecamatan Kadia dalam Angka, 2016)

Tabel 4.3 Data Hari Hujan dan Curah Hujan di Kecamatan Kadia tahun 2015.

No	Tahun	Hari Hujan (h)	Curah Hujan (mm)
1	2012	187	1.855
2	2013	159	2.137
3	2014	166	2.169
4	2015	172	2.264
5	2016	169	1.595
Total		853	10.020
Rata – rata		170,6	2004

(Sumber : Kadia dalam Angka, 2016)

4.4 Tata Guna Lahan

Kecamatan Kadia memiliki luas lahan 7,61 km². Tataguna lahan yang ada di Kecamatan Kadia digunakan sebagai wilayah pemukiman, fasilitas umum dan sosial, pertanian dan peternakan. Sebagian besar lahan merupakan wilayah pemukiman dengan luas wilayah 618 Ha. Adapun datanya dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Penggunaan Lahan yang ada di Kota Kendari

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1.	Fasilitas Pelayanan	301
2.	Hutan Kota	168
3.	Hutan Lindung	3.561,86
4.	Industri Terpadu	598,26
5.	Industri Terbatas	29,131
6.	Kawasan Hutan Produksi Terbatas	3.132,95
7.	Kawasan Pariwisata	1.304,63
8.	Kawasan Pertahanan dan Keamanan	6,39
9.	Komersial	1.103,36
10.	Pelabuhan	179,29
11.	Pemerintahan	680,40
12.	Perkantoran	85,25
13.	Pertanian Lahan Basah	537,73
14.	Pertanian Lahan Kering	732,31
15.	Perumahan Pedesaan	339,64
16.	Perumahan Perkotaan	10.392,68
17.	Sempadan Sungai	48,44
18.	Taman BWK	7,28
19.	Taman Kecamatan	33,28
20.	Taman Kota	337,57
21.	Taman Wisata Alam	2.577,30

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
22.	Zona Kepentingan Pariwisata	870,11
23.	Zona Kepentingan Pariwisata dan Nelayan	1.426,02
24.	Zona Kepentingan Pelabuhan	1.503.28
Total		28.367,631

(Sumber : Bappeda Kota Kendari, 2008)

4.4 Kondisi Topografi Kecamatan Kadia.

Kota Kendari memiliki kondisi topografi yang sangat beragam. Letak Kota Kendari sendiri berada pada ketinggian 0 – 400 meter di atas permukaan laut (DPL). Sementara setiap Kecamatannya berada pada ketinggian 14 – 45 meter di atas permukaan laut (DPL). Kecamatan Mandonga merupakan kecamatan yang memiliki topografi tertinggi yaitu berada pada ketinggian 45 meter di atas permukaan laut sedangkan yang terendah ialah Kecamatan Kendari yang berada pada ketinggian 14 meter di atas permukaan laut. Sementara untuk Kecamatan Kadia sendiri berada pada ketinggian 24 meter di atas permukaan laut. Berikut rincian data kondisi topografi yang ada di Kota Kendari dapat di lihat pada tabel 4.5 (Kota Kendari dalam Angka, 2016).

Tabel 4.5 Kondisi Topografi di setiap Kecamatan yang ada di Kota Kendari.

No	Nama Kecamatan	Ketinggian DPL (m)
1.	Mandonga	45.00
2.	Baruga	29.00
3.	Puuwatu	31.00
4.	Kadia	24.00
5.	Wua – wua	19.00
6.	Poasia	18.00
7.	Abeli	17.00
8.	Kambu	20.00
9.	Kendari	14.00
10.	Kendari Barat	22.00

(Sumber : Kota Kendari Dalam Angka, 2016)

4.5 Demografi Kecamatan Kadia.

a. Jumlah dan laju Pertumbuhan Penduduk

Pada tahun 2014, jumlah penduduk Kecamatan Kadia mencapai 45.460 jiwa dan pada tahun 2015 bertambah menjadi 47.031 jiwa sehingga berdasarkan data tersebut terjadi pertumbuhan sebesar 3,5 % (Kecamatan Kadia dalam Angka, 2016).

Tabel 4.6 Pertumbuhan dan laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Kadia.

Tahun	Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan (%)
2011	40,924	3,6
2012	42,417	3,6
2013	42,515	3,04
2014	45,460	6,92
2015	47,031	3,5

(Sumber : Kota Kendari dalam Angka, 2016)

b. Pesebaran Penduduk di Kecamatan Kadia.

Pesebaran penduduk di Kecamatan Kadia pada tahun 2015 terpusat di Kelurahan Bende sebanyak 16.624 jiwa atau 35,3 persen. Selain Kelurahan Bende, Kecamatan Kadia berada pada urutan ke 2 dengan pesebaran penduduk tertinggi dengan persentasi 27,0 persen. Berikut data persentasi pesebaran penduduk Kecamatan Kadia pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pesebaran persentasi penduduk di Kecamatan Kadia dalam 5 tahun terakhir .

Tahun	Pesebaran Penduduk (%)
2011	13,53
2012	13,53
2013	13,53
2014	13,53
2015	13,53

(Sumber : Kendari Dalam Angka, 2016)

Tabel 4.8 Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin Di Kecamatan Kadia Dalam 5 Tahun Terakhir 2011 - 2015.

Tahun	Jenis Kelamin		Jumlah
	Laki – laki	Perempuan	
2011	21.089	21.328	42.417
2012	21.840	22.080	43.920
2013	21.275	21.340	42.515
2014	22.613	22.847	45.460
2015	23.410	23.621	47.031

(Sumber : Kendari Dalam Angka, 2016)

4.6 Sarana dan Prasarana Umum

Pemerintah Kota Kendari menyediakan sarana prasarana yang bertujuan untuk menunjang dan melancarkan segala kebutuhan dan aktivitas masyarakat Kecamatan Kadia. Penyediaan Fasilitas sosial dan fasilitas umum merupakan fasilitas yang sangat dibutuhkan dalam pemukiman masyarakat. Adapun fasilitas yang dimaksud adalah fasilitas kesehatan, pendidikan dan peribadatan..

Tabel 4.9 Jumlah Fasilitas Kesehatan yang ada di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	Jumlah Fasilitas		
	Rumah Sakit	Puskesmas	Posyandu
Bende	1	1	6
Kadia	0	1	5
Anaiwoi	0	0	2
Wowawanggu	1	0	3
Pondambea	0	0	4
Total	2	2	20

(Sumber : Kecamatan Kadia Dalam Angka, 2016)

Tabel 4.10 Fasilitas Pendidikan yang ada di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	Jumlah Fasilitas			
	TK	SD	SMP	SMA
Bende	4	7	3	1
Kadia	3	2	2	0
Anaiwoi	1	1	0	0
Wowawanggu	1	1	0	0
Pondambea	1	1	0	0
Total	10	12	5	1

(Sumber : Kecamatan Kadia Dalam Angka, 2016)

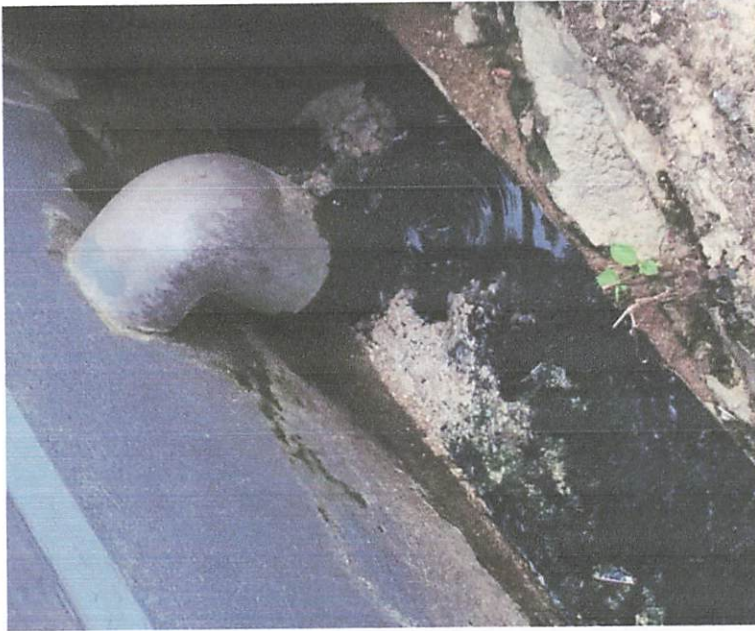
Tabel 4.11 Fasilitas Peribadatan yang ada di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	Jumlah Fasilitas				
	Masjid	Langgar/Surau	Gereja	Pura	Vihara
Bende	20	0	1	0	0
Kadia	11	0	4	1	0
Anaiwoi	4	0	0	0	0
Wowawanggu	7	0	0	0	0
Pondambea	6	1	0	0	0
Total	48	1	5	1	0

(Sumber : Kecamatan Kadia Dalam Angka, 2016)

4.7 Kondisi Eksisting Buangan Air Limbah di Kecamatan Kadia.

Masyarakat di Kecamatan Kadia masih membuang air limbah domestik ke saluran terbuka dan berakhir di badan sungai, Hal ini dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Berikut ini adalah hasil observasi lapangan mengenai kondisi eksisting di Kecamatan Kadia



Gambar 4.13 : Outlet dari rumah masyarakat yang ada di Kecamatan Kadia



Gambar 4.13 : Saluran pembuangan yang ada di Kecamatan Kadia



Gambar 4.14 : Saluran yang ada di area pemukiman Kecamatan Kadia

BAB V

DETAIL PERENCANAAN IPAL DOMESTIK KOMUNAL DI KECAMATAN KADIA

5.1 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk digunakan untuk mengetahui pertumbuhan dan jumlah di tahun yang akan datang. Selain untuk mengetahui jumlah penduduk, proyeksi penduduk juga digunakan untuk mengetahui kuantitas debit air limbah yang merupakan sebagai landasan utama dalam menentukan dimensi bangunan pengolahan air limbah.

Data penduduk yang digunakan dalam proyeksi ini adalah data 5 tahun terakhir di Kecamatan Kadia. Data yang digunakan mulai tahun 2011 – 2015. Untuk mendapatkan metode proyeksi yang tepat maka perlu dilakukan uji korelasi, hasil uji korelasi yang mendekati angka 1 akan digunakan sebagai metode yang digunakan. Berikut merupakan rumus uji korelasi :

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

Keterangan :

y (aritmatika) : Pertumbuhan Penduduk

y (geomertik) : Ln Pertumbuhan Penduduk

y (last square) : Pertumbuhan Penduduk

x : Tahun ke – n

n : Jumlah Tahun

a. Metode Aritmatika

Tabel 5.1 Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah Peduduk	x	y	x.y	x ²	y ²
2011	40026	0	0	0	0	0
2012	41260	1	1.234	1234	1	1522756
2013	42515	2	1255	2510	4	1575025
2014	45460	3	2.945	8835	9	8673025
2015	47031	4	1571	6284	16	2468041
Jumlah	216.292	10	7005	18863	30	14238847

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

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

$$r = \frac{5(18863) - (7005)(10)}{\sqrt{[5(14238847) - (7005)^2][5(30) - (10)^2]}}$$

$$r = 0,72$$

b. Metode Geometrik

Tabel 5.2 Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Peduduk	x	y = Ln Po	x.y	x ²	y ²
2011	40026	1	10,59728452	10,59728452	1	112,3024392
2012	41260	2	10,62764879	21,25529757	4	112,9469187
2013	42515	3	10,65761223	31,9728367	9	113,5846985
2014	45460	4	10,7245881	42,89835239	16	115,0167899
2015	47031	5	10,75856224	53,79281119	25	115,7466614
Jumlah	216.292	15	53,36569588	160,5165824	55	569,5975078

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

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

$$r = \frac{5(160.5165824) - (53,36569588)(15)}{\sqrt{[5(569,5975078) - (53,36569588)^2][5(55) - (15)^2]}}$$

$$r = 1$$

c. Metode Last Square

Tabel 5.3 Metode Last Square

Tahun	Jumlah Peduduk	x	y	x.y	x ²	y ²
2011	40026	1	40.026	40026	1	1.602.080.676
2012	41260	2	41.260	82520	4	1.702.387.600
2013	42515	3	42.515	127545	9	1.807.525.225
2014	45460	4	45.460	181840	16	2.066.611.600
2015	47031	5	47.031	235155	25	2.211.914.961
Jumlah	216.292	15	216.292	667.086	55	939.052.0062

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

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

$$r = \frac{5(667086) - (216292)(15)}{\sqrt{[5(9390520062) - (216292)^2][5(55) - (15)^2]}}$$

$$r = 0,986$$

Berdasarkan hasil uji korelasi, nilai r yang mendekati angka 1 ialah uji korelasi dengan metode geometrik dengan nilai $r = 1,0$.

Metode proyeksi penduduk yang terpilih, berikut merupakan contoh perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Kadia selama 15 tahun mendatang (2015 – 2030) yaitu :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$P_n = 47031 (1 + 0,01)^{(2030 - 2015)}$$

$$P_n = 54.602 \text{ jiwa}$$

Jadi berdasarkan hasil perhitungan, jumlah penduduk di Kecamatan Kadia pada tahun 2030 menjadi 54.602 jiwa. Berikut merupakan data hasil proyeksi penduduk dapat di lihat pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Proyeksi penduduk di setiap Kelurahan yang ada di Kecamatan Kadia tahun 2015 - 2030

No	Kelurahan	Jumlah penduduk			
		2015	2020	2025	2030
1	Bende	16.624	17.471	18.362	19.298
2	Kadia	12.680	13.326	14.005	14.719
3	Anaiwoi	3.361	3.532	3.712	3.910
4	Wowanggu	6.333	6.656	6.995	7.351
5	Pondambea	8.033	8.442	8.872	9.324
Jumlah		47.031	49.430	51.945	54.602

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

5.2 Proyeksi Sarana dan Prasarana

Proyeksi fasilitas digunakan untuk memperkirakan jumlah fasilitas setiap kelurahan sampai dengan periode yang sudah direncanakan. Dalam perencanaan ini, jumlah tahun yang direncanakan ialah 15 tahun ke depan. Proyeksi ini menggunakan pendekatan nilai perbandingan jumlah penduduk tahun proyeksi dengan jumlah fasilitas tahun proyeksi dengan jumlah fasilitas tahun sekarang, sedangkan untuk rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{x}{y} = \frac{\Sigma P_n}{\Sigma P_o}$$

Dimana :

x : Perkiraan jumlah fasilitas yang dibutuhkan pada tahun proyeksi.

y : Jumlah fasilitas yang ada pada tahun sekarang.

$(\Sigma P_n / \Sigma P_o)$: Perbandingan jumlah penduduk tahun yang akan datang dengan tahun sekarang.

Misalnya fasilitas pendidikan Kelurahan Bende pada tahun 2015 adalah 4 TK, dengan cara yang sama diperoleh jumlah fasilitas Pendidikan di Kelurahan Bende pada tahun 2030 menjadi :

$$\frac{x}{4} = \frac{19298 \text{ jiwa}}{16624 \text{ jiwa}}$$

$$x = 5$$

Untuk selanjutnya hasil dari perhitungan proyeksi fasilitas tersebut dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut :

Tabel 5.5. Proyeksi Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	Tahun 2015				Tahun 2020				Tahun 2025				Tahun 2030			
	TK	SD	SMP	SMA	TK	SD	SMP	SMA	TK	SD	SMP	SMA	TK	SD	SMP	SMA
Bende	4	7	3	1	4	7	3	1	4	8	3	1	5	8	3	1
Kedia	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	2	1
Anaiwoi	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Wowanggu	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Pondambea	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Jumlah	10	12	5	2	10	12	5	2	10	13	5	1	11	13	5	2

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Tabel 5.6 Proyeksi fasilitas kesehatan di Kecamatan Kadia

Kelurahan	Posyandu			
	2015	2020	2025	2030
Bende	6	6	7	7
Kadia	5	5	6	6
Anaiwoi	2	2	2	2
Wowanggu	3	3	3	3
Pondambea	4	4	4	4
Jumlah	20	21	22	22

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Tabel 5.7 Proyeksi fasilitas peribadatan di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	2020				2025				2030			
	Masjid	Mushola	Gereja	Pura	Masjid	Mushola	Gereja	Pura	Masjid	Mushola	Gereja	Pura
Bende	21	0	1	0	22	0	1	0	23	0	1	0
Kadia	12	0	4	1	12	0	4	1	13	0	5	1
Anaiwoi	4	0	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0
Wowanggu	7	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0
Pondambea	6	1	0	0	7	1	0	0	7	1	0	0
Jumlah	50	1	5	1	53	1	5	1	55	1	6	1

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

5.3 Analisa Pemakaian Air Bersih Domestik

Analisa Pemakaian air bersih digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih domestik pada wilayah yang direncanakan sampai dengan waktu yang telah ditentukan. Waktu perencanaan ini ialah 15 tahun kedepan yaitu dari tahun 2015 – 2030.

Kebutuhan air bersih di Kecamatan Kadia dapat diketahui berdasarkan layanan air bersih PDAM Kota Kendari. Layanan air bersih yang ada di Kota Kendari memiliki persentase layanan air bersih rata – rata dalam 5 tahun terakhir adalah 73,5%. Adapun data layanan air bersih PDAM Kota Kendari dapat dilihat pada tabel 5.8 sebagai berikut :

Tabel 5.8 Distribusi air bersih SR di Kota Kendari

No	Tahun	Jumlah Sambungan Rumah (KK)	Air Terdistribusi (M ³ /tahun)
1	2011	18.267	3.209.153
2	2012	17.416	3.122.425
3	2013	16.889	2.407.783
4	2014	15.682	2.290.931
5	2015	15.535	2.327.956

(Sumber : PDAM Kota Kendari, 2016)

5.3.1 Perhitungan pemakaian air bersih per orang

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui penggunaan air bersih rata – rata dari setiap orang. Berdasarkan tabel 5.8 dapat di ketahui rata kebutuhan air bersih dalam 5 tahun terakhir melalu perhitungan berikut ini :

- Air yang terdistribusikan pada tahun 2015 = 2.327.956 (m³)
- Jumlah SR tahun 2015 = 15.535 (asumsi 1 SR = 5 orang)
- Kebutuhan air SR setiap tahun = $\frac{2.327.956}{15.535} = 149,8 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- Kebutuhan air tiap SR per bulan = $\frac{\text{kebutuhan SR tiap tahun}}{\text{jumlah bulan}}$
$$= \frac{149,8 \text{ m}^3/\text{tahun}}{12}$$

$$= 12,5 \text{ m}^3/\text{SR}/\text{bulan} \rightarrow 12,500 \text{ L}/\text{SR}/\text{bulan}$$

$$= 2,5 \text{ m}^3/\text{org}/\text{bulan} \rightarrow 2.500 \text{ L}/\text{org}/\text{bulan}$$

$$= 80 \text{ L}/\text{org}/\text{hari}$$

Tabel 5.9 Hasil perhitungan kebutuhan air bersih di Kota Kendari

No	Tahun	Sambungan Rumah (KK)	Terdistribusi (KK m ³ /tahun)	Q _{rata-rata} (L/orang/hari)
1	2011	18.267	3.209.153	90
2	2012	17.416	3.122.425	90
3	2013	16.889	2.407.783	70
4	2014	15.682	2.290.931	70
5	2015	15.535	2.327.956	80
Jumlah			13.358.248	400
Rata – rata			2.671.650	80

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan rata – rata kebutuhan air bersih masyarakat Kota Kendari dari tahun 2011 – 2015 yaitu 80 orang L/hari. Dengan demikian, maka untuk mengetahui total pemakain air bersih domestik di Kecamatan Kadia dari tahun 2015 hingga tahun 2030 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{- Kebutuhan air bersih domestik} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun } n \times 80 \text{ l/org/hari}}{86400} \\
 &= \frac{47031 \times 80 \text{ l/org/hari}}{86400} \\
 &= 43,547 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan air bersih domestik di Kecamatan Kadia dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.10. Kebutuhan Air Bersih Domestik Kecamatan Kadia tahun 2015 – 2030

Kelurahan	Jumlah penduduk				Q _{rata-rata} pemakaian air bersih (l/org/hari)	kebutuhan air bersih (l/detik)			
	2015	2020	2025	2030		2015	2020	2025	2030
Bende	16624	17471	18362	19298	80	15,393	16,177	17,002	17,869
Kadia	12680	13326	14005	14719	80	11,741	12,339	12,968	13,629
Anaiwoi	3361	3532	3712	3910	80	3,112	3,270	3,437	3,620
Wowanggu	6333	6656	6995	7351	80	5,864	6,163	6,477	6,806
Pondambea	8033	8442	8872	9324	80	7,438	7,817	8,215	8,633
Jumlah	47031	49430	51945	54602		43,547	45,766	48,098	50,557

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

5.4 Analisa Pemakaian Air Bersih fasilitas umum

Berdasarkan data jumlah fasilitas yang ada, dilakukan perhitungan perkiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas di kecamatan Kadia tahun 2015 sampai 2030. Standar kebutuhan air bersih non domestik untuk beberapa sektor yang bisa dilihat pada tabel 5.11 berikut ini :

Tabel 5.11 Kriteria dan standar kebutuhan air bersih non domestik

No	Sektor	Nilai	Satuan
1	Sekolah	10	Liter/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	Liter/bed/hari
3	Puskesmas	2000	Liter/unit/hari
4	Posyandu	500	Liter/unit/hari
5	Masjid	3000	Liter/unit/hari
6	Kantor	10	Liter/pegawai/hari
7	Pasar	12000	Liter/Hektar/hari
8	Hotel	150	Liter/bed/hari
9	Toko	100-200	Liter/unit/hari
10	Rumah Makan	100	Liter/unit/hari
11	Kompleks Militer	60	Liter/orang/hari
12	Kawasan Industri	0,2-0,8	Liter/detik/hari
13	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	Liter/detik/hari

(Sumber : Standar Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2008)

Berdasarkan tabel 5.11 mengenai kriteria dan standar kebutuhan air bersih non domestik dapat diketahui melalui perhitungan, berikut ini adalah contoh perhitungan kebutuhan air bersih pada fasilitas pendidikan perhitungannya sebagai berikut kebutuhan air bersih di :

➤ Bende

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air bersih non domestik} &= \frac{\text{jumlah fasilitas tahun } n \times \text{kebutuhan air pada sektor}}{86400} \\
 &= \frac{19 \text{ unit} \times 7324 \times 10 \text{ L/murid/hari}}{86400} \\
 &= 16,106 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

➤ Kadia

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bersih non domestik} &= \frac{\text{jumlah fasilitas tahun n x kebutuhan air pada sektor}}{86400} \\ &= \frac{9 \text{ unit} \times 2952 \times 10 \text{ L/murid/hari}}{86400} \\ &= 3,075 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

➤ Anaiwoi

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bersih non domestik} &= \frac{\text{jumlah fasilitas tahun n x kebutuhan air pada sektor}}{86400} \\ &= \frac{2 \text{ unit} \times 608 \times 10 \text{ L/murid/hari}}{86400} \\ &= 0,141 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

➤ Wowanggu

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bersih non domestik} &= \frac{\text{jumlah fasilitas tahun n x kebutuhan air pada sektor}}{86400} \\ &= \frac{2 \text{ unit} \times 608 \times 10 \text{ L/murid/hari}}{86400} \\ &= 0,141 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

➤ Pondambea

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air bersih non domestik} &= \frac{\text{jumlah fasilitas tahun n x kebutuhan air pada sektor}}{86400} \\ &= \frac{2 \text{ unit} \times 608 \times 10 \text{ L/murid/hari}}{86400} \\ &= 0,141 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan air bersih non domestik di Kecamatan Kadia tahun 2015 hingga tahun 2030 dapat di lihat pada tabel 5.12 sebagai berikut :

**Tabel 5.12 Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik
Fasilitas Pendidikan**

Kelurahan	Tahun 2015				Pemakaian Air Bersih (L/Dtk)	Tahun 2020				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)	Tahun 2025				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)	Tahun 2030				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)
	TK	SD	SM P	SM A		TK	SD	SM P	SM A		TK	SD	SM P	SM A		TK	SD	SM P	SM A	
Bende	4	7	3	5	16,106	4	7	3	5	16,106	4	8	3	6	16,883	5	8	3	6	16,883
Kadia	3	2	2	2	3,075	3	2	2	2	11,134	3	2	2	2	11,134	3	2	2	2	11,134
Anaiwoi	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141
Wowanggu	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141
Pondamba	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141	1	1	0	0	0,141
Jumlah					19,603	Jumlah				27,662	Jumlah				28,439	Jumlah				28,439

(Sumber : Hasil Perhitungan,2017)

Fasilitas Kesehatan

Kelurahan	Posyandu				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)			
	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
Bende	6	6	7	7	0,035	0,035	0,041	0,041
Kadia	5	5	6	6	0,029	0,029	0,035	0,035
Anaiwoi	2	2	2	2	0,012	0,012	0,012	0,012
Wowanggu	3	3	3	3	0,017	0,017	0,017	0,017
Pondambea	4	4	4	4	0,023	0,023	0,023	0,023
Jumlah	20	20	22	22	0,116	0,116	0,127	0,127

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Fasilitas Peribadatan

Kelurahan	Tahun 2015				Pemakaian Air Bersih (L/Dtk)	Tahun 2020				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)	Tahun 2025				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)	Tahun 2030				Pemakaian Air Bersih (L/Detik)
	MA	MU	GE	PU		MA	MU	GE	PU		MA	MU	GE	PU		MA	MU	GE	PU	
Bende	20	0	1	0	0,729	21	0	1	0	0,764	22	0	1	0	0,799	23	0	1	0	0,833
Kadia	11	0	4	1	0,556	12	0	4	1	0,590	12	0	4	1	0,590	13	0	5	1	0,660
Anaiwoi	4	0	0	0	0,139	4	0	0	0	0,139	4	0	0	0	0,139	5	0	0	0	0,174
Wowanggu	7	0	0	0	0,243	7	0	0	0	0,243	8	0	0	0	0,278	8	0	0	0	0,278
Pondamba	6	1	0	0	0,243	6	1	0	0	0,243	7	1	0	0	0,278	7	1	0	0	0,278
Jumlah					1,910	Jumlah				1,979	Jumlah				2,083	Jumlah				2,222

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Ket : MA : Masjid
 MU : Mushola
 GE : Gereja
 PU : Pura

5.5 Total Kebutuhan Air Bersih dan Total Air Limbah di Kecamatan Kadia.

Perhitungan ini digunakan untuk memperkirakan total pemakaian air bersih yang di Kecamatan Kadia dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2030 baik kebutuhan domestik maupun non domestik.

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air bersih} &= \text{Total kebutuhan air bersih domestik} + \text{total} \\ &\quad \text{kebutuhan air bersih non domestik tahun n} \\ &= 550.557 + 30.661 = 81.345 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan tabel 5.13 hasil perhitungan total kebutuhan air bersih di Kecamatan Kadia dari tahun 2015 sampai dengan 2030 sebagai berikut :

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Total Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Kadia Tahun 2015 – 2030.

Kelurahan	Total Kebutuhan Air Bersih (L/Detik)			
	2015	2020	2025	2030
Bende	32,263	33,082	34,724	35,625
Kadia	15,400	24,092	24,727	25,457
Anaiwoi	3,403	3,561	3,728	3,946
Wowanggu	6,265	6,564	6,913	7,242
Pondambea	7,845	8,224	8,657	9,075
Jumlah	65,177	75,523	78,748	81,345

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Kemudian hasil dari tabel 5.13 hasil perhitungan total kebutuhan air bersih di Kecamatan Kadia tahun 2015 – 2030 di gambarkan dalam tabel grafik 5.2 sebagai berikut :



Gambar 5.1 Grafik total kebutuhan air bersih di Kecamatan Kadia.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan debit air bersih pada jam puncak di Kelurahan Bende pada tahun 2015. Adapun hasil perhitungan yang lain dapat di lihat pada tabel 5.14

- Faktor jam puncak (Q_{peak}) : 1,75 (Standar PU,2009)

$$Q_{jam} = Q_{rx} \times 1,75$$

$$Q_{jam} = 32,263 \text{ l/dtk} \times 1,75$$

$$Q_{jam} = 80, 657 \text{ L/dtk}$$

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Debit Air Bersih Pada Jam Puncak di Kecamatan Kadia

Kelurahan	Debit Puncak Air Bersih (L/detik)			
	2015	2020	2025	2030
Bende	56,460	57,893	60,767	62,345
Kadia	26,951	42,161	43,272	44,550
Anaiwoi	5,956	6,232	6,524	6,905
Wowanggu	10,964	11,487	12,098	12,673
Pondambea	13,729	14,392	15,149	15,881
Jumlah	114,059	132,165	137,809	142,354

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

5.6 Analisa Debit Air Limbah Domestik

Berdasarkan data dan hasil perhitungan di atas, maka dapat diketahui total debit air limbah dari pemakaian air bersih yang ada di Kecamatan Kadia dari tahun 2015 – 2030 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \diamond \quad \text{Total air limbah} &= \text{Total Kebutuhan air tahun } n \times 80\% \\
 &= 81.345 \text{ /dtk} \times 80\% = 65.076\text{/dtk}
 \end{aligned}$$

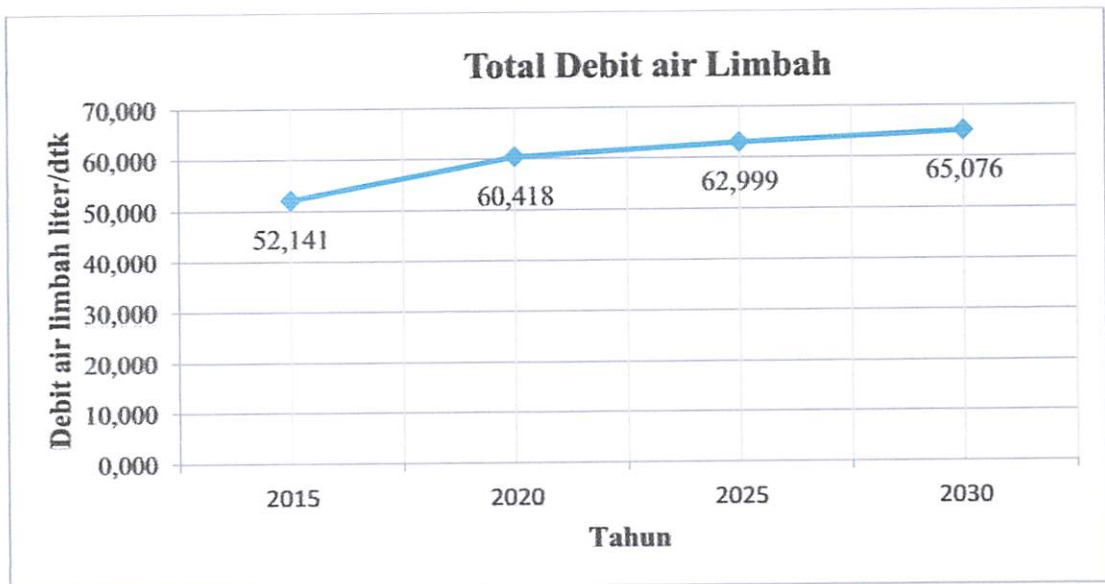
Hasil perhitungan total debit air limbah yang dihasilkan di Kecamatan Kadia tahun 2015 hingga tahun 2030 terdapat pada tabel 5.17 sebagai berikut ini :

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Total Debit air limbah di kecamatan Kadia tahun 2015 – 2030.

Kelurahan	Total Debit Air Limbah (L/detik)			
	2015	2020	2025	2030
Bende	25,810	26,465	27,779	28,500
Kadia	12,320	19,274	19,781	20,366
Anaiwoi	2,723	2,849	2,983	3,157
Wowanggu	5,012	5,251	5,530	5,794
Pondambea	6,276	6,579	6,925	7,260
Jumlah	52,141	60,418	62,999	65,076

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

Kemudian hasil perhitungan dari tabel 5.15 yaitu hasil perhitungan total debit air limbah di Kecamatan Kadia tahun 2015 – 2030 digambarkan dalam grafik 5.2 sebagai berikut :



Gambar 5.2 : Grafik Total Debit Air Limbah di Kecamatan Kadia.

Tabel 5.16 Debit Jam Puncak Pada Air Bersih dan Air Limbah di Kecamatan Kadia.

Kelurahan	Qpeak Air Bersih (L/detik)				Persentasi Air Limbah	Qpeak Air Limbah (L/detik)			
	2015	2020	2025	2030		2015	2020	2025	2030
Bende	56,460	57,893	60,767	62,345	80%	45,168	46,314	48,613	49,876
Kadia	26,951	42,161	43,272	44,550	80%	21,561	33,729	34,617	35,640
Anaiwoi	5,956	6,232	6,524	6,905	80%	4,764	4,986	5,219	5,524
Wowanggu	10,964	11,487	12,098	12,673	80%	8,771	9,190	9,678	10,139
Pondambea	13,729	14,392	15,149	15,881	80%	10,983	11,514	12,119	12,705
Jumlah	114,059	132,165	137,809	142,354		91,247	105,732	110,247	113,883

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2017)

5.7 Kualitas Limbah Cair di Kecamatan Kadia

Berdasarkan observasi di lapangan, masyarakat di Kecamatan Kadia masih belum memiliki IPAL komunal. Sehingga masyarakat disana masih membuang air limbah rumah tangga ke drainase dan berakhir ke sungai. Tidak adanya sistem pengolahan air limbah, sehingga air limbah rumah tangga ini mempengaruhi kualitas sungai. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 24 Oktober 2017 pukul 06.30 WITA. Lokasi pengambilan sampel terletak diperumahan BTN 1 Kelurahan Bende. Berikut ini adalah hasil analisa laboratorium :

Tabel 5.18 Hasil Uji Laboratorium Kualitas Limbah Cair Domestik di Kecamatan Kadia

No	Parameter	Hasil Analisa (Mg/L)	Baku Mutu (Mg/l) *	Keterangan	Metode Uji
1	pH	7,11	6.0 - 9.0	Memenuhi baku mutu	SNI 06-6998,11-2004
2	TSS	250	200	Melebihi baku mutu	Gravimetri
3	Amonia (NH ₃)	0,5	1	Memenuhi baku mutu	Spektrofotometrik
4	COD	263	100	Melebihi baku mutu	Titrimetri
5	BOD	230	50	Melebihi baku mutu	BOD Meter
6	Minyak Lemak	1	30	Memenuhi baku mutu	Gravimetri
7	E.Coli	13x10 ³	3000 MPN/100 ml	Melebihi baku mutu	Tabung Ganda

(Sumber : Hasil Uji Lab UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah, 2017)

Ket : * PerMen LHK RI No. 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.

5.8 Konsep Pengolahan Limbah Cair Domestik di Kecamatan Kadia

Pemilihan konsep pengolahan ini berdasarkan pada karakteristik air limbah domestik yang ada di Kecamatan Kadia. Secara garis besar pengolahan air limbah terdiri dari 6 bagian yaitu :

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre treatment*)
2. Pengolahan pertama (*Primary treatment*)
3. Pengolahan kedua (*Secondary treatment*)
4. Pengolahan ketiga (*Tertiary treatment*)

Dari setiap fase yang ada di atas terdapat beberapa jenis pengolahan yang dapat diterapkan. Dalam perencanaan ini, terdapat 3 macam pengolahan yaitu :

- a. Pengolahan pendahuluan :

Pengolahan pendahuluan sebagai proses pengolahan secara fisik yaitu untuk menghilangkan padatan tersuspensi dalam air limbah. Pada pengolahan ini ditujukan untuk mengurangi partikel dikrit dan parameter air limbah seperti total suspended solid (TSS) serta benda terapung yang ada di air limbah. Bar screen, bak equalisasi dan bak sedimentasi merupakan unit pengolahan yang diterapkan pada tahap pengolahan pendahuluan.

- b. Pengolahan kedua :

Pengolahan kedua sebagai tahap pengolahan secara biologis yaitu untuk mengurangi zat-zat organik pada air limbah. Zat – zat organik yang dimaksud adalah BOD (*biochemical oxygen demand*) dan COD (*chemical oxygen demand*). Unit pengolahan pada tahap kedua yang dimaksud adalah bak *Waste Water Garden* (WWG).

c. **Pengolahan Lanjutan**

Pada tahap ini adalah tahap terakhir dalam pengolahan air limbah di kecamatan kadia. Tahap ini merupakan proses pengolahan secara kimiawi. Proses ini yaitu proses pembunuhan kuman yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen yang ada pada air limbah. Unit pengolahan yang dimaksud adalah bak klorinasi.

Berdasarkan karakteristik air limbah, adapun unit – unit pengolahan yang direncanakan beserta fungsinya adalah sebagai berikut ini :

1. **Bar Screen**

Air limbah yang ada di wilayah perencanaan sering terdapat benda – benda padat dan kasar seperti sampah. Sehingga pemilihan bar screen bertujuan untuk menyaring padatan – padatan tersebut.

2. **Bak Equalisasi**

Pemilihan bak equalisasi/pengumpul dikarenakan debit air limbah pada wilayah perencanaan yang fluktuatif seperti debit rata – rata 28,5 L/detik dan debit puncak 49,876 L/detik. Selain itu perbedaan sumber air limbah juga akan memberikan beban pencemaran yang berbeda, Sehingga pemilihan equalisasi ini bertujuan untuk menstabilkan beban pencemar pada air limbah dan debit yang fluktuatif tersebut.

3. **Bak Sedimentasi**

Kondisi air limbah yang mengandung TSS 300 mg/l tentunya sudah melebihi baku mutu. Sehingga pemilihan sedimentasi bertujuan untuk mengendapkan partikel – partikel diskrit tersebut.

4. **Bak *Waste Water Garden***

Berdasarkan hasil analisa, konsentrasi BOD dan COD pada air limbah yang ada di wilayah perencanaan sudah melebihi standar baku mutu. Sehingga, Pemilihan konsep waste water garden difungsikan untuk menekan konsentrasi BOD dan COD pada air limbah. Selain efektifitas removal BOD dan COD yang mencapai 95%, pemilihan konsep WWG ini dikarenakan wilayah perencanaan ini berada di tengah kota serta

adanya peningkatan estetika lingkungan dan biaya operasional yang tidak tinggi.

5. Bak Khlorinasi

Konsentrasi E.Coli pada air limbah di wilayah perencanaan telah melebihi standar baku mutu. Sehingga pemilihan khlorinasi ini bertujuan untuk menekan konsetrasi E.coli pada air limbah.

6. Kolam Indikator

Setelah pengolahan perlu dilakukan pengontrolan air limbah. Sehingga pemilihan kolam indikator bertujuan untuk mengotrol kondisi air limbah setelah pengolahan.

7. Bak Penampungan Lumpur

Dalam proses pengendapan tentunya terdapat partikel yang mengendap dan menjadi lumpur di dasar bak sehingga mengakibatkan pendangkalan. Pemilihan penampungan lumpur bertujuan untuk menampung lumpur yang ada di setiap unit pengolahan agar tidak terjadinya pendangkalan.

Setelah pemilihan konsep unit pengolahan, efisiensi dari setiap unit pengolahan sangat mempengaruhi hasil pengolahan air limbah. Setiap unit pengolahan memiliki kemampuan berbeda – beda. Berikut ini merupakan efisiensi dari unit pengolahan air limbah domestik di kecamatan kadia kota kendari :

Tabel 5.18 Estimasi Efisiensi unit pengolahan limbah cair di Kecamatan Kadia

Parameter	Bar Screen	Bak Equalisasi (Rosidi, 2017)	Bak Sedimentasi (Asmadi, 2012)	Bak Waste Water Garden (Iriawanto, 2010)	Bak Desinfeksi (Busyairi, 2014)
TSS	-	65%	70%	-	-
COD	-	-	30%	85%	-
BOD	-	-	30%	90%	-
Amonia	-	-	-	-	-
E.Coli	-	-	-	-	95%

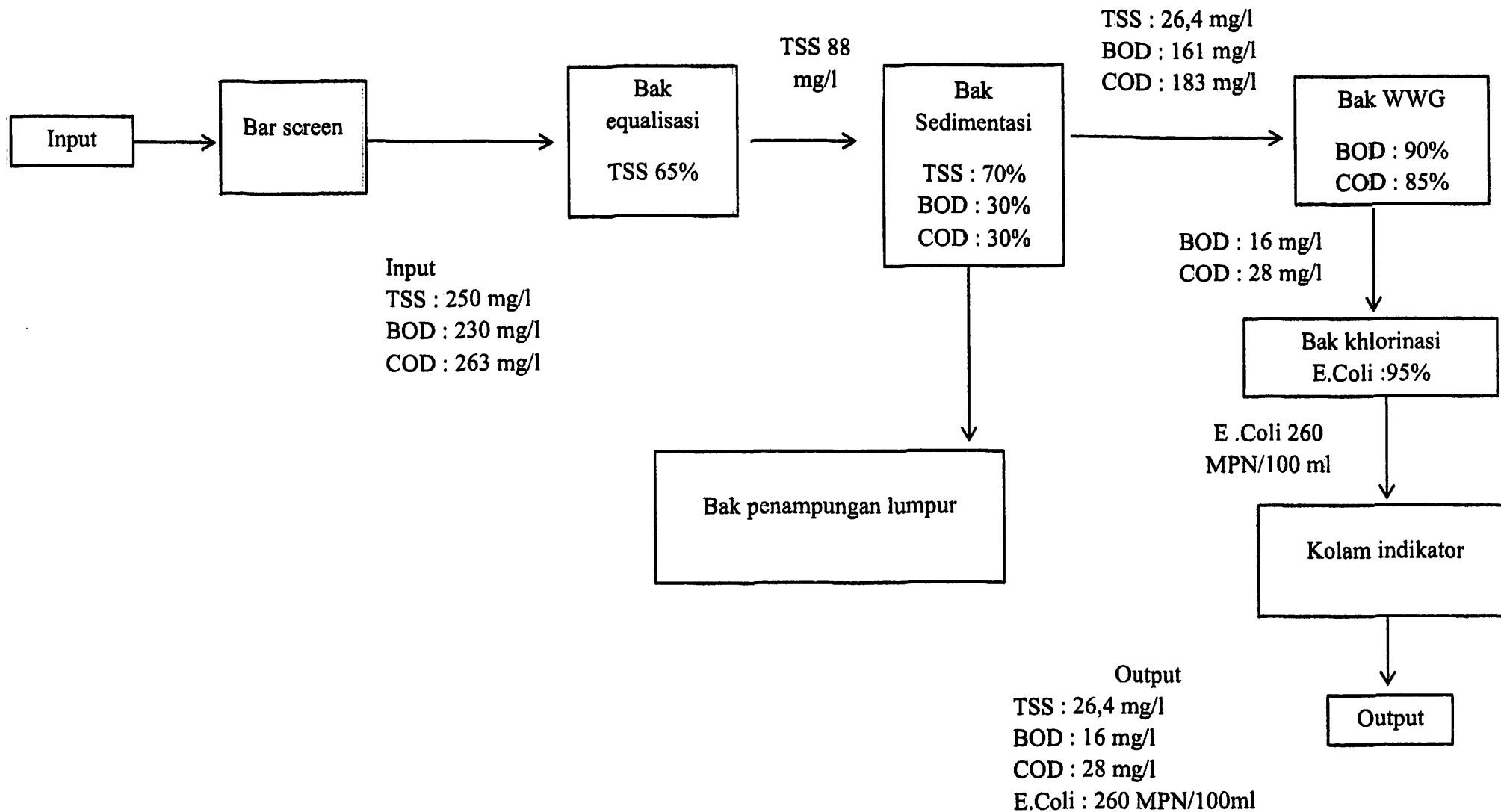
Berdasarkan pada tabel 5.18 maka didapatkan perhitungan konsentrasi *mass balance* untuk penyisihan air limbah domestik di Kecamatan Kadia. Berikut hasil perhitungan *mass balance* pada tabel 5.19 sebagai berikut ini :

Tabel 5.19 Perhitungan Estimasi *Mass Balance* Limbah Cair di Kecamatan Kadia

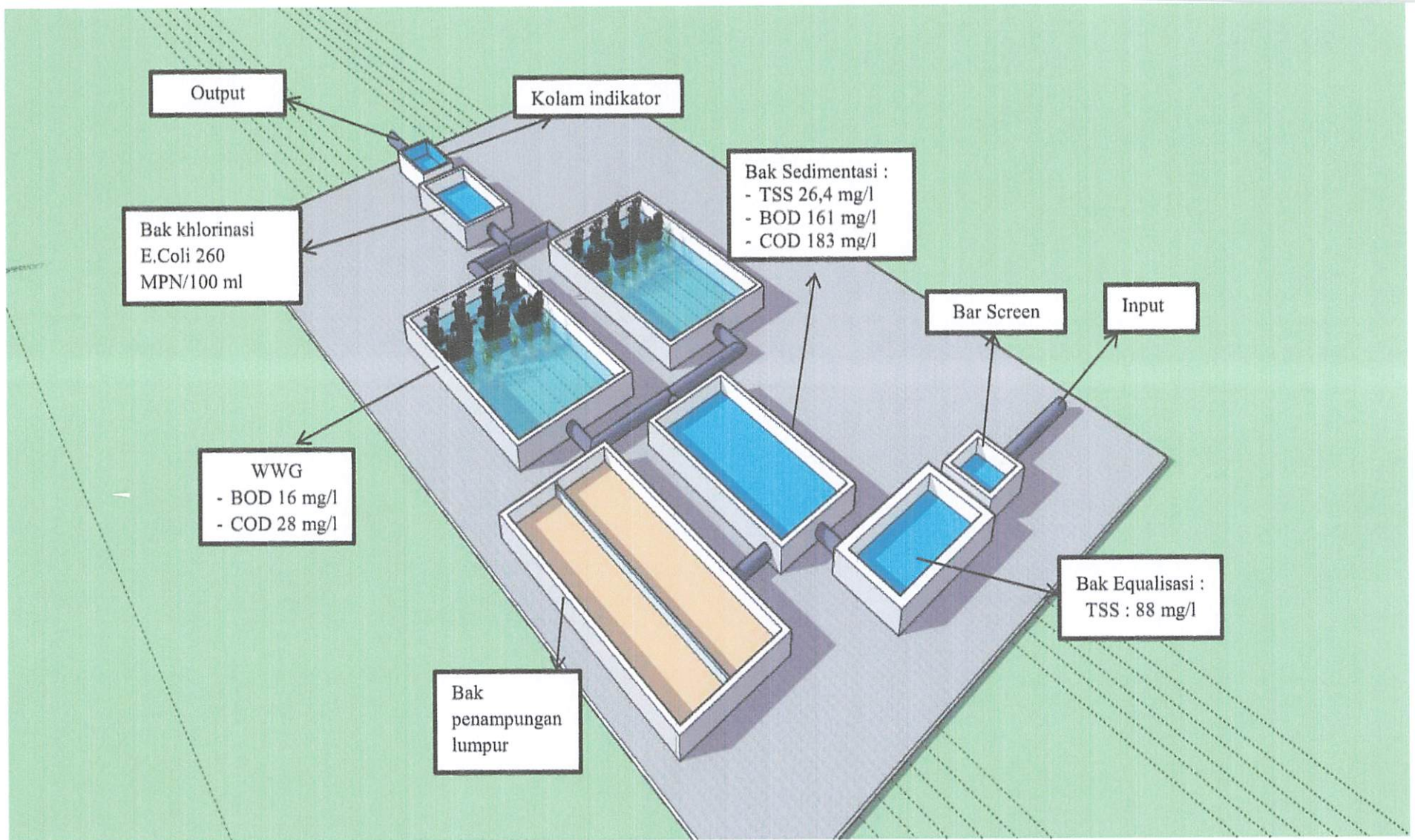
Unit terpilih	Perhitungan Efisiensi Removal
Bak equalisasi	- TSS Konsentrasi TSS $250 \text{ mg/l} \times 65\% = 162,5 \text{ mg/l}$ TSS tersisa = 188 mg/l,
Bak Sedimentasi	- TSS Konsentrasi TSS $88 \text{ mg/l} \times 70\% = 61,6 \text{ mg/l}$ TSS tersisa = 26,4 mg/l (terjadi penurunan 89,44 %). * - BOD Konsentrasi BOD $230 \text{ mg/l} \times 30\% = 69 \text{ mg/l}$ BOD tersisa = 161 mg/l - COD Konsentrasi COD $263 \text{ mg/l} \times 30\% = 79 \text{ mg/l}$ Konsentrasi tersisa = 183 mg/l
Bak <i>Waste Water Garden</i>	- BOD Konsentrasi BOD = $161 \text{ mg/l} \times 90\% = 145 \text{ mg/l}$ BOD tersisa = 16 mg/l (terjadi penurunan 93,04%).* - COD Konsentrasi COD = $183 \text{ mg/l} \times 85\% = 155$ COD tersisa = 28 mg/l (terjadi penurunan 89,35%)*.
Bak Chlorinasi	- E.Coli Konsentrasi E.coli = $13 \times 10^3 \text{ MPN/100 ml} \times 95\%$ Konstrasi tersisa = 260 MPN/100 (terjadi penurunan 95%).*

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

Ket * : Memenuhi baku mutu permen LHK No 68 tahun 2016.



Gambar 5.3 : Skema perencanaan IPAL *Waste Water Garden* di kecamatan Kadia



Gambar 5.4 : Skema perencanaan IPAL *Waste Water Garden* di Kecamatan Kadia

5.9 Pemilihan Lokasi IPAL

Berdasarkan *master plant* air limbah Kota Kendari. Pemilihan lokasi IPAL di Kecamatan Kadia terbagi menjadi 3 wilayah yaitu di Kelurahan Anaiwoi, Kelurahan Wowanggu dan Kelurahan Bende.

lokasi perencanaan IPAL di Kecamatan Kadia yang terpilih ini berdasarkan *master plant* air limbah dan memiliki kelebihan tersendiri. Berikut ini adalah penjabaran lokasi IPAL yang dijelaskan dalam tabel 5.20.

Tabel 5.20 Matriks Lokasi IPAL di Kecamatan Kadia

Lokasi	Wilayah Layanan	Jumlah Penduduk	Topografi	Tata Guna Lahan	Badan Air Penerima	Keterangan
Lokasi 1 (Jl. Sourumba) kelurahan Anaiwoi	Kelurahan Anaiwoi	3910	Kemiringan permukaan tanah antara 8 -15 %	Wilayah pemukiman, lahan kosong semak belukar.	Sungai	Lokasi IPAL 1 di Kelurahan Anaiwoi ini memiliki luas lahan 2,32 Ha. Lokasi ini dekat dengan wilayah pemukiman masyarakat. Lahan yang terpilih merupakan lahan kosong serta sesuai dengan <i>master plant</i> air limbah Kota Kendari.
Lokasi 2 (Jl. Y. Wayong) Kelurahan Wowanggu	Kelurahan Wowanggu	7351	0 – 3 %	Wilayah pemukiman	Sungai	Lokasi 2 terletak di Kelurahan Wowanggu, IPAL ini melayani air limbah yang berasal dari Kelurahan Wowanggu. Lokasi ini berada dekat dengan wilayah layanan, wilayah yang dilayani merupakan wilayah padat pemukiman. selain itu lahan ini memiliki luas lahan 2,63 Ha.

Lokasi	Wilayah Layanan	Jumlah Penduduk	Topografi	Tata Guna Lahan	Badan Air Penerima	Keterangan
Lokasi 3 (jl. Antero Hamra) kelurahan bende	<ul style="list-style-type: none"> - Kelurahan pondambea - Kelurahan kadia - Kelurahan Bende 	60.016	0 – 8 %	Wilayah pemukiman, pusat perbelanjaan, Ruang terbuka hijau, lahan kosong	Sungai	Lokasi 3 ini memiliki luas lahan 4,3 Ha. Dekat dengan pemukiman masyarakat dan pusat kota. Memiliki luas lahan yang besar dan merupakan lahan kosong. Lokasi ini meliki elevasi lebih rendah dari wilayah layanan. Serta sesuai dengan <i>master plant</i> air limbah kendari

(Sumber : Observasi Lapangan, 2017)

Tabel 5.21 Lokasi IPAL Terpilih di Kecamatan Kadia.

Lokasi IPAL	Luas Lahan (Ha)	Elevasi (dpl)
Lokasi 1 Jl. Sorumba (kelurahan Anaiwoi)	2,32	6
Lokasi 2 Jl. Y. Wayong (kelurahan Wowanggu)	2,63	4
Lokasi 3 Jl. Antero Hamra (Kelurahan Bende)	4,3	6

(Sumber : Hasil Obeservasi Lapangan, 2017)



Gambar 5.3 : Lokasi 1 Perencanaan IPAL di Kelurahan Anaiwoi.



Gambar 5.4 Lokasi 2 Perencanaan IPAL di Kelurahan Wowanggu.



Gambar 5.5 : Lokasi 3 Perencanaan IPAL di Kelurahan Bende.

5.10 Penentuan jenis Tanaman

Pemilihan jenis tanaman pengolahan air limbah domestik pada unit pengolahan *Waste Water Garden* ini berdasarkan efisiensi tanaman dan nilai – nilai estetika. Berikut ini adalah jenis tanaman yang dipilih pada pengolahan *Waste Water Garden* :

Jenis tanaman	Efisiensi (%)		Sumber
	BOD	COD	
Cattail	78%	86%	Merlita, 2014
Bambu air	92%	82%	Sasono dkk 2013
Kalla lili*	15%		Merlita, 2014
Lotus*			Merlita, 2014

Ket : *tanaman untuk estetika

5.10 Perhitungan Desain IPAL

5.10.1 Desain IPAL Pelayanan wilayah Anaiwoi

A. Bar Screen

Tabel 5.22 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih bar screen

Kriteria bar screen	Kriteria terpilih
Lebar batang (w) = $(\frac{1}{2} - \frac{3}{4})$ inchi	(w) yang direncanakan $\frac{2}{3}$ inch x 0,025 = 0,017 m
Lebar bukaan (b) = (2 - 3) inchi	(b) yang direncanakan 2,5 = 2,5 x 0,025 = 0,0625 m
Kecapatan Horizontal (Vh) $\geq 0,6 - 1$ m/detik	(Vh) yang di rencanakan = 0,8 m/detik (Sitorus, 2011)
Sudut bar screen terhadap horizontal (Θ) = 60^0	(Θ) sudut bar screen terhadap horizontal terpilih = 60^0
Faktor bentuk batang screen (β) = 1,79 (bentuk lingkaran)	(β) faktor bentuk batang screen terpilih = 1,79 (bentuk lingkaran)
Headloss $\leq 0,15$ m	Headloss $\leq 0,15$ m
	Lebar bar screen (L) = 0,7 m
	Panjang saluran (P) = 1 m

(Sumber : Susumu Kawamura, 1990)

❖ Direncanakan :

- Luas penampang saluran bar screen (A_c) = $\frac{Q}{v_h} = \frac{0,5524 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,8 \text{ m}/\text{detik}} = 0,7 \text{ m}^2$
- Tinggi muka air (t) = $\frac{A_c}{L} = \frac{0,7}{0,7} = 1 \text{ m}$
- Free board (W) = 30% x t = 0,3 x 0,7 = 0,3 m
- Tinggi bar screen (H) = t + W = 0,7 m + 0,2 = 1,3 m

- Jumlah bar yang dibutuhkan $L = w + (n + 1)b$
 $0,7 = 0,017 + (n + 1) \times 0,0625$
 $0,7 = 0,017 + 0,0625 + 0,0625$
 $0,7 = 0,0795 + 0,0625$
 $0,7 - 0,0625 = 0,0795$
 $0,63 = 0,0795n$
 $n = 10$ batang
- Lebar efektif (L') $= (n + 1) \times b = (10 + 1) \times 0,0628 = 0,6$ m
- Panjang batang terendah (t') $= \frac{t}{\sin 60} = \frac{1}{0,866} = 1$ m
- Ac efektif (Ac') $= t' \times L' = 1 \times 0,6$ m = 0,6 m
- Kecepatan melewati bar (Vh') $= \frac{Ac \times Vh}{Ac'} = \frac{0,7 \times 0,8}{0,6} = 0,9$ m/detik
- Penurunan muka air melalui bar $H_v = \frac{(Vh')^2}{2g} = \frac{(0,9)^2}{2 \times 9,81} = 0,04$ m
- $\Delta H = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times H_v \times \sin 60^0 = 1,79 \times \left(\frac{0,017}{0,0625}\right)^{\frac{4}{3}} \times 0,04 \times 0,866 = 0,010$ m ($\leq 0,15$ m) (ok)
- Tinggi air setelah melalui screen (h') $= t - \Delta H = 1$ m $- 0,010$ m = 0,99 m

Tabel 5.23 Detail unit Bar Screen

Komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	0,12	m	Terbuat dri beton
Tinggi (H)	1,3	m	-
Lebar (l)	0,7	m	-
Panjang (p)	1	m	-
Luas penampang (Ac)	0,7	m	-
<i>Freeboard</i>	0,3	m	30 % dari tinggi (t)
Tinggi muka air	1	m	-
Bar	10	Batang	Terbuat dari besi/baja
Panjang batang (t')	1	m	-
Lebar efektif (L')	0,6	m	-
Ac efektif (Ac')	0,6	m	-
Kecepatan melewati bar (Vh')	0,9	m/detik	Memenuhi kriteria $\geq 0,6$ m/detik
Penurunan (Hv')	0,04	m	-
Headloss	0,010	m	Memenuhi kriteria $\leq 0,15$ m
Diameter pipa	0,2	m	Pipa inlet dan outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

B. Bak Equalisasi

Tabel 5.23 Kriteria Desain Bak Equalisasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	3 – 5	Jam
<i>Surface Loading</i>	20 – 50	$m^3/m^2 h$
P : L	2 : 1 – 6 : 1	-
P : H	3 : 1 – 5 : 1	-
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m

(Sumber : Pedoman Teknis IPAL, 2011)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu Detensi (td) : 4 jam (efisiensi Removal TSS 65%)
(Rosidi, 2017)
- Tinggi bak (h) : 3 m

➤ **Perhitungan :**

❖ **Dimensi bak equalisasi**

- $A = \frac{Q}{SL}$
 $= \frac{0,055}{(80/86400)}$
 $= 59,4 \text{ m}^2$
- $L = (A \times \frac{1}{2})^{0,5}$
 $= (59,4 \times \frac{1}{2})^{0,5}$
 $= 5,5 \text{ m}$
- $P = 2 \times L$
 $= 2 \times 5,5 \text{ m}$
 $= 11 \text{ m}$
- $V = \frac{Q}{Td}$
 $= \frac{0,055}{(4/3600)} = 49,5 \text{ m}^3$
- $H = \frac{V}{A}$
 $= \frac{49,5}{59,4} = 0,83 \rightarrow 1 \text{ m}$

Tabel 5.24 Detail Unit Bak Equalisasi

komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	0,2	m	terbuat dari beton
Waktu tinggal (Td)	4	Jam	-
Tinggi bak	1	m	-
Freeboard	0,3	m	-
Panjang (p)	11	m	-
Lebar (l)	5,5	m	-
Luas (A)	59,4	m ²	-
Volume	49,5	m ²	-
Diamter pipa	0,2	m	Pipa inlet dan pipa outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

C. Bak Sedimentasi

Tabel 5.25 Kriteria Desain Bak Sedimentasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Surface Loading	20 – 80	m ³ /m ² / h
Waktu tinggal (Td)	0,5 – 3	Jam
P : L	4 : 1 – 6 : 1	-
P : H	5 : 1 – 20 : 1	-
Nfr	< 10 – 5	-
Nre	< 2000	-
Kedalaman (H)	1,5 – 2,5	m
Viskositas	0,9 – 10,6	-
Weir Loading	0,002 – 0,003	-
Kadar Lumpur	5 – 8	%
Slope Bak Lumpur	1 – 2	%
Tinggi	0,3	M
V (suhu air 27 °C	0,864x10 ⁻⁶	°C

(Sumber : Christopher dan Okun, 1991)

❖ **Direncanakan :**

- **Waktu Detensi (Td) : 120 menit (efisiensi removal, TSS 70%, BOD 30 %, COD 30%) (Asmadi, 2017).**

❖ **Perhitungan :**

▪ **Dimensi Bak Sedimentasi :**

- $$A = \frac{Q}{SL}$$
$$= \frac{0,055}{(80/86400)}$$
$$= 59,4 \text{ m}^2$$

- $$L = \left(A \times \frac{1}{6}\right)^{0,5}$$
$$= \left(59,4 \times \frac{1}{6}\right)^{0,5}$$
$$= 3,14 \rightarrow 3,5 \text{ m}$$

- $$P = 7 \times L$$
$$= 7 \times 3,5$$
$$= 24,5 \text{ m}$$

Cek A Desain $= P \times L$
 $= 24,5 \times 3,5$
 $= 85,75 \text{ m}^2$

- $$V = \frac{Q}{TD}$$
$$= \frac{0,055}{(2/3600)}$$
$$= 99 \text{ m}^3$$

- $$H = \frac{V}{A}$$
$$= \frac{99}{85,75}$$
$$= 1,15 \text{ m}$$

- Dimensi Tube
- Tinggi ruang tube = $P \text{ tube} \times \sin 45^\circ$
 $= 1 \times \sin 45^\circ$
 $= 0,9 \text{ m} \rightarrow 1$
- AB sebenarnya = $\frac{w}{\sin 45}$
 $= \frac{0,055}{\sin 45}$
 $= 0,07 \text{ m}$
- Tebal tube sebenarnya = $\frac{\text{tebal tube}}{\sin 45}$
 $= \frac{0,0055}{\sin 45}$
 $= 0,007 \text{ m}$
- $N_p = \frac{[p - \cos 45 \times \text{panjang tube}]}{(2 \times \text{tebal tube}) + w}$
 $= \frac{[24,5 - \cos 45 \times 1]}{(2 \times 0,007) + 0,055}$
 $= 199 \text{ buah}$
- $nL = \frac{L}{2 \times w}$
 $= \frac{3,5}{2 \times 0,055}$
 $= 32 \text{ buah}$
- $n = n_p \times nL$
 $= 199 \times 32$
 $= 6369 \text{ buah}$
- $V_o = \frac{Q}{n \times (0,25 \times \pi \times w^2)}$
 $= \frac{0,055}{11,454 \times (0,25 \times 3,14 \times 0,055^2)}$
 $= 0,002 \text{ m/detik}$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(0,25 \times \pi \times w^2) / (\pi \times w)}{n} \\
 &= \frac{(0,25 \times 3,14 \times 0,055^2) / (3,14 \times 0,055)}{11,454} \\
 &= 1,197 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{V_o \times R}{\nu} \\
 &= \frac{0,002 \times 1,197 \times 10^{-6}}{99} \\
 &= 0,00029 \text{ (laminar) (ok)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nfr &= \frac{V_o^2}{gR} \\
 &= \frac{0,002^2}{9,81 \times 1,197 \times 10^{-6}} \\
 &= 3,12 \times 10^{-5} \text{ (ok)}
 \end{aligned}$$

- Zona Lumpur

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis lumpur} &= SS \times 1000,035 \text{ gr/L} \\
 &= 1,004 \times 1000,035 \text{ gr/L} \\
 &= 1004,035 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- Lumpur yang dihasilkan :

$$\text{Persentase removal} = 80\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi endapan} &= 80\% \times 47,6 \text{ mg/l} \\
 &= 39 \text{ mg/l} \\
 &= 0,039 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat lumpur} &= Q_{\text{bak}} \times \text{Konsentrasi endapan} \\
 &= 0,055 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,039 \text{ kg/m}^3 \times 86400 \\
 &\quad \text{detik/hari} \\
 &= 183,18 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

- **Volume Lumpur pada bak** $= \frac{\text{berat lumpur}}{\% \text{lumpur} \times \text{bj lumpur}}$
 $= \frac{183,18}{2\% \times 1004,035}$
 $= 9,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
- **Dimensi ruang lumpur menggunakan limas terpacung**
- **Luas Atas (A1)** $= P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}}$
 $= 24,5 \times 3,5$
 $= 85,75 \text{ m}^2$
- **Luas Bawah (A2)** $= 75\% \times A1$
 $= 75\% \times 85,75$
 $= 64,3 \text{ m}^2$
- **Panjang Bak lumpur** $= \frac{64,3}{3,5} = 18,3 \text{ m}$
- **Volume** $= P \times L \times H$
 $9,1 \text{ m}^3 = 18,3 \times 3,5 \times H$
 $H = 0,14 \text{ m}$
- **Volume ruang lumpur** $= \frac{1}{3} \times \text{tinggi} \times [A_1 + A_2 + ((A_1 + A_2)^{0,5})]$
 $= \frac{1}{3} \times 0,14 \times [85,75 + 64,3 + ((85,75 + 64,3)^{0,5})]$
 $= 6,8 \text{ m}^3 \rightarrow 7 \text{ m}^3$
- **Pengurasan zona lumpur**
- **Frekuensi pengurasan** $= \frac{\text{volume lumpur per hari}}{\text{volume ruang lumpur}}$
 $= \frac{9,1}{6,8}$
 $= 1,33 \text{ (satu hari 1 kali pengurasan)}$
- **Tinggi tekanan tersedia lumpur** $= \text{tinggi sedimentasi} + \text{tinggi penampang}$
 $= 1,15 \text{ m} + 0,14 \text{ m} = 1,29 \text{ m}$
- **jumlah pipa pengurasan adalah 2 buah, dengan jenis carbon steel**
- **diameter = 150 mm**

- Cd = 0,14
- $A_{\text{pipa}} = 0,25 \times \pi \times d^2$
 $= 0,25 \times 3,14 \times 0,15^2 = 0,017 \text{ m}^2$
- $V_{\text{pipa}} = Cd \times \sqrt{2xgxh}$
 $= 0,14 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,29}$
 $= 0,70 \text{ m/detik}$
- $Q_{\text{pipa}} = A_{\text{pipa}} \times V_{\text{pipa}}$
 $= 0,017 \text{ m}^2 \times 0,70 \text{ m/detik}$
 $= 0,011 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Volume lumpur tiap pengurasan = $\frac{\text{volume lumpur}}{1}$
 $= \frac{9,1}{1}$
 $= 9,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Lama pengurasan = $\frac{\text{volume lumpur tiap pengurasan}}{Q}$
 $= \frac{9,1}{0,011}$
 $= 827 \text{ detik} \rightarrow 14 \text{ menit}$
- Zona outlet
- Q di outlet = $0,055 - \frac{9,1}{86400}$
 $= 0,054 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Tinggi air di V- notch = 0,05 m
- Panjang saluran pelimpah = 24,5 m
- Desain V-notch :
 $Q1 \text{ gutter} = \frac{Q \text{ outlet}}{\Sigma \text{gutter}}$
 $= \frac{0,054}{1} = 0,054 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $h_{\text{air}} \text{ pada v-notch } (h_o) = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$
- T free board = $\frac{1}{2} h_o = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$

- Lebar muka air pada v-notch $= 2 \times h_o \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 2 \times 0,05 \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 0,1 \text{ m}$
- Lebar pintu v-notch $= 2 \times (h_o + T \text{ Free board}) \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 2 \times (0,05 + 0,025) \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 0,15 \text{ m}$
- Q tiap v-notch $= 1,38 \times (h_o)^{5/2}$
 $= 1,38 \times (0,05 \text{ m})^{5/2}$
 $= 0,00077 \text{ m}^3/\text{dik}$
- Jumlah v-notch tiap gutter $= \frac{Q \text{ gutter}}{Q \text{ tiap v notch}}$
 $= \frac{0,054}{0,00077}$
 $= 70 \text{ buah}$
- Jumlah v-notch di dua sisi gutter $= \frac{70}{2} = 35 \text{ buah}$
- Jarak antar v-notch $= \frac{P - (\text{lebar } V\text{-notch} \times \text{jumlah } V\text{-notch})}{\text{jumlah } v\text{-notch} - 1}$
 $= \frac{24,5 - (0,15 \times 35)}{35 - 1}$
 $= 0,3 \text{ m} \rightarrow 30 \text{ cm}$
- Panjang gutter
x jarak tiap v notch] $= (\sum v \text{ notch} \times L v \text{ notch}) + [(\sum v \text{ notch} - 1)$
 $= (70 \times 0,15) + [(35 - 1) \times 0,3 \text{ m}]$
 $= 20,7 \text{ m}$
- Bp (lebar) asumsi $= 0,5 \text{ m}$
- Q gutter $= 2,49 \times B_p \times h_o^{3/2}$
 $0,054 = 2,49 \times 0,5 \times h_o^{3/2}$
 $H_o = 0,4$

- Tinggi gutter (Hp) = Ho + 15% Ho + tinggi air dalam v-notch + Free board
 - = 0,4 + (15% x 0,4) + 0,05 m + 0,025
 - = 0,53 m
- $A = L \times H_{\text{air}} = 0,5 \text{ m} \times 0,4 = 0,2 \text{ m}^2$
- $V = Q/A = 0,054 / 0,025 = 2,16 \text{ m/detik}$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet :
- $N = 0,013$
- $R = \frac{(Bp \times Hp)}{(2Hp+Bp)}$
 - = $\frac{(0,5 \times 0,53)}{(2 \times 0,53+0,5)} = 0,16 \text{ m}$
- $v = \frac{Q_{\text{gutter}}}{A_{\text{gutter}}}$
 - = $\frac{0,054}{(0,5 \times 0,53)}$
 - = 0,20 m/dtk
- $v = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
 - 0,20 = $1/0,013 \times (0,16\text{m})^{2/3} \times S^{1/2}$
 - S = 0,008
- Hl saluran = S x panjang pipa
 - = 0,008 x 24,5
 - = 0,19 m
- Saluran Pengumpul
- Jumlah saluran pengumpul tiap bak adalah 1 buah
- Q saluran pengumpul = 0,055 m³/dtk
- Lebar saluran = 3,5m
- Panjang saluran = L bak = 3 m
- Td = 10 detik
- Volume saluran = Q x Td
 - = 0,055 m³/detik x 10 detik
 - = 0,55 m³

- $T_{\text{air}} \text{ pada saluran} = \frac{V_{\text{saluran}}}{A_{\text{saluran}}}$
 $= \frac{0,55}{(0,5 \times 3,5)}$
 $= 0,31 \text{ m}$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet (Hl) :
- $N = 0,013$
- $R = \frac{(T_{\text{air}} \times H)}{(2H + T_{\text{air}})}$
 $= \frac{(0,31 \times 0,5)}{(2 \times 0,5 + 0,31)}$
 $= 0,11$
- $V = \frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,055}{(0,5 \times 0,31)}$
 $= 0,35 \text{ m/dtk}$
- $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
 $0,35 = 1/0,013 \times (0,11 \text{ m})^{2/3} \times S^{1/2}$
 $= 0,0000001$
- Hl saluran = S x panjang pipa
 $= 0,000001 \times 3$
 $= 0,019 \text{ m}$
- Pipa outlet
- Kecepatan aliran (v) = 0,22 m/detik
- Panjang pipa (L) = 0,5 m
- F = 0,02
- Luas pipa (A) = $Q/V = 0,055/0,22 = 0,25 \text{ m}^2$
- $A = 0,25 \times \pi \times d^2$
 $0,25 = 0,25 \times 3,14 \times d^2$
 $d = 0,3 \text{ m}$
- A desain = $0,25 \times \pi \times d^2$
 $= 0,25 \times 3,14 \times 0,3^2$
 $= 0,7 \text{ m}^2$
- Cek kondisi aktual :
- v aktual = $\frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,055}{(0,7)} = 0,10 \text{ m/detik}$
- F = 0,02
-

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Hl pipa outlet} &= f \times (L/d) \times (v^2/2 \times g) \\
 &= 0,02 \times (0,5/0,3) \times [(0,10)^2 / (2 \times 9,81)] \\
 &= 1,69 \times 10^{-5} \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 5,26 Detail Unit Bak Sedimentasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Sedimentasi	Dinding bak	20 cm	terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	2 jam	-
	Tinggi (H)	1,15 m	-
	Panjang (p)	24,5 m	-
	Lebar (L)	3,5 m	-
	Free board	0,5 m	-
	Luas (A)	59,4 m ²	
	Volume	99 m ³	-
Dimensi Tube	Tinggi tube	1 m	-
	Np	360 buah	-
	Nl	32 buah	-
	N	11,454 buah	-
	Vo	0,002 m/detik	-
	R	1,197 x 10 ⁻⁶	-
	Nre	0,00029	laminer (Nre <2000)
	Nfr	3,12 x 10 ⁻⁵	stabil >10 ⁻⁵)
Zona Lumpur	Volume lumpur	9,1 m ³ /hari	-
	L atas	85,75 m ²	trapesium
	Panjang bak lumpur	24,5 m	-
	Lebar (L)	3,5 m	-
	L bawah	64,3 m ²	trapesium
	P	18,3 m	-
	L	3,5 m	-
	H	0,14 m	-
Zona Outlet	Tinggi air	0,05 m	-
	Free board	0,025 m	-
	V	0,55 m ³	-
	P	3 m	-
	L	3,5 m	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

D. Detail Bak *Waste Water Garden*

Tabel 5.27. kriteria desain bangunan Bak *Waste Water Garden*

Komponen	Kriteria	Satuan
Hydrolic loading rate	150 - 500	m ³ ha/hari
Waktu tinggal (Td)	2 - 7	Hari
P : L	3 : 1 - 5 : 1	m
Kedalaman air	0,1 - 1	M
Frekuensi pemanenan	3 -5	Tahun
Kontrol nyamuk	-	Tidak perlu
Area	2,1 - 6,9	Ha

(Sumber : Metcalf & Eddy, 2001)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (Td) : 2 hari dengan efisiensi removal 95 % BOD dan COD 80% (Iriawanto, 2010)

❖ **Volume bak WWG**

$$\begin{aligned}
 - \quad V &= \frac{Q}{T_d} \\
 &= \frac{0,055}{(2/86400)} \\
 &= 2376 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

❖ **Luas permukaan bak WWG**

$$\begin{aligned}
 - \quad A &= \frac{V}{H} \\
 &= \frac{2376}{3} \\
 &= 792 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

❖ **Dimensi Bak WWG**

- Bentuk persegi panjang

$$\begin{aligned}
 - \quad A &= P \times L \rightarrow P : L = 3 : 1 \\
 792 &= 3L \times L \\
 792 &= (3L)^2 \\
 L &= \sqrt{\frac{792}{3}}
 \end{aligned}$$

$$L = 17,3 \text{ m} \quad p = 3L = 3 (17,3) = 52 \text{ m}$$

❖ **Penggunaan Tanaman**

• **Cattail**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai tanaman maka, dalam 1 kg tanaman diameter yang dimiliki adalah 250 cm (Ria Merlita, 2014).

- Perhitungan luas lahan = panjang x lebar
 = 10 m x 17,3 m
 = 100,3 m

- Perhitungan tanaman = $\frac{100,3}{2,5} = 41 \text{ kg tanaman Cattail.}$

• **Kala Lili**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai. 1 kg tanaman memiliki diameter 1 m (Ria Merlita, 2014).

- Perhitungan lahan persegi panjang
 = 10 m x 5,8 m
 = 100,3 m

- Perhitungan tanaman
 = $\frac{100,3 \text{ m}}{10 \text{ m}}$
 = 10 kg tanaman kala lili

• **Seroja/lotus**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 75 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 5 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 375 cm (Ria Merlita, 2014)

- Perhitungan luas lahan persegi panjang
 = 17,3 m x 5,8 m
 = 100,3 m

- Perhitungan tanaman
 = $\frac{100,3 \text{ m}}{3,75 \text{ m}}$
 = 26 kg tanaman seroja

- **Bambu air**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 2 -3 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 10 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 120 cm (Sutyasmi dkk, 2013)

- **Luas lahan persegi panjang**

$$= 17,3 \text{ m} \times 5,8 \text{ m}$$

$$= 100,3 \text{ m}$$

- **Perhitungan tanaman**

$$= \frac{100,3 \text{ m}}{1,2 \text{ m}}$$

$$= 83 \text{ kg}$$

- **Bak Pengontrol**

- **Q** = 0,055 m³/dtk

- **Td** = 15 menit = 900 detik

- **Kapasitas bak pengontrol** = 15%

$$P : L = 1 : 1$$

$$\text{Kapasitas bak pengontrol} = 0,15 \times 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 0,008 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- **Vd** = Q x Td

$$= 0,008 \text{ m}^3/\text{detik} \times 900 \text{ detik}$$

$$= 7,2 \text{ m}^3$$

- **Asumsi tinggi (H)** = 1 m

- **Volume** = P x L x H

$$7,2 = L^2 \times 1$$

$$L^2 = 7,2$$

$$L = 3,6$$

$$P = 3,6$$

$$H = 1$$

Tabel 5.28 Detail Bak Waste Water Garden

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Waste Water Garde	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	2 hari	-
	Tinggi (H)	2 m	-
	Panjang (P)	52 m	-
	Lebar (L)	17,3 m	-
	Kedalaman (H)	1 m	-
	Luas (A)	792 m ²	-
	Volume	2376 m ³	-
	Tebal Media	2,5 m	-
Tanaman WWG	P	10 m	Cattail
	L	5 m	
	Berat	41 kg	
	P	10 m	Kalla Lili
	L	5 m	
	Berat	10 kg	
	P	10 m	Seroja/Lotus
	L	5 m	
	Berat	26 kg	
	P	10 m	Bambu Air
	L	5 m	
	Berat	83 kg	
Bak Pengontrol	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	15 menit	-
	Tinggi (H)	1 m	-
	Lebar (L)	3 m	-
	Panjang (P)	3 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	6 m ²	-
	Volume	7 m ³	-

(Sumber : Hasil perhitungan, 2018)

E. Bak Khlorinasi

Tabel 5.29 Kriteria Desain Bak Khlorinasi

Komponen	Kriteria	Satuan
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Gas Klor (Cl ₂)	>90	
Sodium Hipoklorit (NaOCl)	>15	%
Kaporit mengandung klor	60 – 70	%

(Sumber : SNI 6774, 2008)

❖ Direncanakan :

- Waktu detensi (td) : 30 menit dengan efisiensi removal 92 % *E.Coli*
(Busyairi, 2014)

- Tinggi (h) : 2,5 m

❖ Valume bak

- V bak = Q x td
= 0,055 m³/detik x 1800 detik
= 99 m³

- Luas = $\frac{v}{h}$
= $\frac{99}{2,5} = 13,2 \text{ m}^2$

❖ Dimensi bak

- Bentuk persegi panjang

- A = P x L → P : L = 2 : 1

$$13,2 = 2L \times L$$

$$13,2 = (2L)^2$$

$$L = \sqrt{\frac{13,2}{2}}$$

$$L = 2,56 \text{ m} \quad P = 2L = 2(2,56) = 5,12 \text{ m}$$

Dibutuhkan :

- Kaporit yang mengandung klor = 60%
- Konsentrasi yang diinginkan = 5%
- Dosis klor = 1,3 mg/l
- Berat jenis 1,2 kg/l
- $Q = 55 \text{ L/detik}$
- Kebutuhan klor = $55 \text{ l/dtk} \times 1,3 \text{ mg/l}$
= 71,5 mg/dtk = 6,17 kg/hari
- Kebutuhan klor per tahun = $30 \text{ hari} \times 6,17 = 185 \text{ kg/bulan}$
- Volume klor = $\frac{\text{kebutuhan klor 1 hari}}{\text{berat jenis klor}}$
= $\frac{6,17 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}} = 5,2 \text{ L/hari} = 0,0051 \text{ m}^3/\text{hari}$

❖ Bak pengaduk klor

- $V_{Ca(OCl)_2} = \frac{\text{kebutuhan } Ca(OCl)_2}{\rho \cdot Ca(OCl)_2} = \frac{6,17 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}} = 5,2 \text{ l/hari} \rightarrow 0,0052 \text{ kg/hari}$

Vpelarut air untuk chlorin = 10%

- $V_p = \frac{0,9}{0,1} \times 0,0051 \text{ m}^3$
= $0,1 \text{ m}^3/\text{hari}$

Volume pengaduk klorinasi yaitu $0,1 + 0,051 = 0,1$

❖ Dimensi bak pengaduk klor, berbentuk persegi panjang

- Direncanakan $H = 0,2 \text{ m}$
- Luasan bak
- $A = \frac{V}{H} = \frac{0,02 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}} = 0,25 \text{ m}^2$
- $A = P \times L \rightarrow P = 2L$
= $2L \times L$
 $0,25 \text{ m}^2 = 2L^2$
 $L = 0,5 \text{ m} \rightarrow P = 2 \times 0,5 \text{ m} = 1 \text{ m}$
- Bak pengaduk menggunakan *baffle perforated*, dengan diameter lubang sebesar 0,05 m
- Luas permukaan baffle = $A_{baffle} = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$

- Luas setiap lubang

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,03^2 \\ = 0,007 \text{ m}^2$$

- Luas keleruhan lubang

$$A = 50\% \times 0,03 \text{ m}^2 \\ = 0,015 \text{ m}^2$$

- Jumlah lubang (n)

$$n = \frac{A_{tot}}{A_{lub}} = \frac{0,015 \text{ m}^2}{0,007 \text{ m}^2} = 2 \text{ lubang}$$

- Jarak antar lubang

- Horizontal

Direncanakan terdapat 2 baris, dengan $h = 1 \text{ m}$

$$D_{lubang} \times n = 0,25 \text{ m} \times 2 = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar lubang} = \frac{0,25 \text{ m} - 0,5 \text{ m}}{2+1} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

- Debit tiap lubang

$$Q_{lubang} = \frac{0,055 \text{ m}^3/\text{dtk}}{2} = 0,02 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 5.30 Detail bak Klorinasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Klorinasi	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	30 menit	-
	Tinggi (H)	2,5 m	-
	Panjang (P)	5 m	-
	Lebar (L)	2,5 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	13,2 m ²	-
	Volume	33 m ³	-
Bak Pengaduk	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Tinggi (H)	0,5 m	-
	Panjang (P)	1 m	-
	Lebar (L)	0,5 m	-
	Luas (A)	0,25 m ²	-
	Volume	0,1 m ³ /hari	-
	Kebutuhan Klor	6,17 kg/hari	-
	A Baffle	0,5 m x 0,5 m	-
	Jumlah Lubang	2	Buah
	Qlubang	0,02 m ³ /dtk	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

F. Kolam indikator

Tabel 5.31 kriteria desain kolam indikator

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	0,5 – 3	Jam
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Freeboard	<0,3	M

(Sumber : Pedoman teknis IPAL, 2011)

- ❖ **Direncanakan :**
 - Waktu detensi (Td) = 40 menit
 - Tinggi bak = 2 m
- ❖ **Perhitungan :**
 - $V = Q \cdot Td$
 $V = 0,055 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 2400 \text{ dtk} = 132 \text{ m}^3$
 - Luas bak pengumpu
 - $A = \frac{\text{volume}}{h} = \frac{132 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 66 \text{ m}^2$
 - Dimensi bak
 - Bentuk persegi panjang
 - $A = P \times L \rightarrow P : L = 2 : 1$
 $66 = 2L \times L$
 $66 = (2L)^2$
 $L = \sqrt{\frac{66}{2}}$
 $L = 5 \text{ m} \quad P = 2L = 2(5) = 10 \text{ m}$

Tabel 5.32 Detail Kolam Indikator

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak khlorinasi	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	40 menit	-
	Tinggi (H)	2 m	-
	Panjang (p)	10 m	-
	Lebar (L)	5 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	66 m ²	-
	Volume	132 m ³	-

(Sumber : Hasil perhitungan, 2018)

G. Bak Penampungan Lumpur

Table 5.33 kriteria desain bak penampungan lumpur

Komponen	Kriteria	Satuan
Tebal lapisan lumpur	200 – 300	mm
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
Tebal lapisan media pasir	230 – 300	mm
Tebal lapisan gravel	150 – 300	mm
<i>Uniformity coefficient</i>	≤ 4	
<i>Effective size</i>	0,3 -0,75	mm
<i>Slope lateral drainage line</i>	>1%	%
Jarak antar lateral line	2,5 – 6	mm
Kecepatan dalam pipa	$\leq 0,75$	m/s
Waktu pengeringan	5 – 15	hari
Kelembaban	± 60	%
<i>Sludge loading rate</i>	58,5 – 97,6	kg/m ² tahun

(Sumber : Qosim, 1985)

❖ Direncanakan :

- Tebal lapisan media : 430 mm
 - Media Pasir = tebal 250 mm, ϕ 0,6
 - Lapisan Krikil = tebal 80 mm untuk ϕ 3,2 dan tebal 100 mm untuk ϕ 9,5 mm.
- Waktu pengeringan = 6 hari
- Kondisi ouput lumpur dari unit sedimentasi
 - Kadar air = 90%
 - Kadar solid = 10%
 - Volume lumpur : 9,1 m³/hari
 - Kadar air pada cake sludge : 75%
 - Ketebalan cake sludge : 0,3 m
- 1 unit sludge dry bed terdiri 2 cell

- Volume cake dari solid (Vi) $= \frac{V_{total} (1-p)}{1-p_i}$
 $= \frac{9,1 (1-0,9)}{1-0,75}$
 $= 3,64 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Volume cake kering setiap cell $= 3,64 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Total volume cake kering $= 3,64 \times 2 = 7,5 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Luas permukaan cell $= \frac{7,5 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 25 \text{ m}^2$

- Maka dimensi bangunan :

- Perbandingan $= P : L = 3 : 1$

$$A = 3L \times L^2$$

$$25 \text{ m}^2 = 3 L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{25}{3}}$$

$$L = 3 \text{ m} \quad P = 3L = 3(3) = 9 \text{ m}$$

- Volume bed $= 9,1 \text{ m}^3/\text{hari} \times 6 \text{ hari} = 55 \text{ m}^3$
- Kedalaman air $= \frac{(55 \times 0,3) \text{ m}^3}{(6 \times 9 \text{ m}) \times (2 \times 3 \text{ m})} = 0,5 \text{ m}$

jadi dimensi cell di sludge drying bed sebagai berikut :

- Panjang $= 9 \text{ m}$
- Lebar $= 3 \text{ m}$
- Kedalaman $= 0,5 \text{ m}$
- Dimensi bed = $P = 6 \times 9 = 54 \text{ m}$
 $L = 2 \times 3 = 6 \text{ m}$
 Kedalaman $= 0,43 + 0,3 + 0,5 = 1,2 \text{ m}$
 Freeboard 30% $= 0,3 \times 1,2 = 0,40 \text{ m}$

- **Underdrain**

Komponen ini berfungsi sebagai menampung air dari pemisahan lumpur dan air. Letak underdrain terletak dibawah media kerikil. Underdrain berupa pipa dengan perforasi

$$\begin{aligned} - \text{ Volume air/hari} &= V_{\text{sludge}} \times 90\% - V_{\text{lumpur kering}} \times 60\% \\ &= 9,1 \text{ m}^3/\text{hari} \times 90\% - 7,5 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60\% \\ &= 3,69 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$- \text{ Direncanakan kecepatan air dalam pipa} = 0,5 \text{ m/detik}$$

$$- \text{ Luas pipa} = \frac{3,69 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,5 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 8,54 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$- \text{ } \varnothing \text{ pipa} = \sqrt{\frac{4 \times 8,54 \times 10^{-5}}{3,14}} = 0,010 \text{ m} = 10 \text{ mm} \rightarrow 22 \text{ mm ukuran}$$

pipa yang ada.

- **Pipa inlet**

$$- \text{ Direncanakan kecepatan pada pipa} = 0,6 \text{ m/detik}$$

$$- \text{ Luas pipa} = \frac{3,69 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,6 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 7,11 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$- \text{ Diameter pipa} = \sqrt{\frac{4 \times 7,11 \times 10^{-5}}{3,14}} = 0,09 \text{ m} = 10 \text{ mm}$$

Tabel 5.34. Rincian Bak Sludge Drying Bed

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak sludge drying bed	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (td)	6 hari	-
	Kedalaman	1,2 m	-
	Panjang (p)	54 m	-
	Lebar (l)	6 m	-
	Freeboard	0,40 m	-
	Volume bed	55 m ³	-
Media	Pasir	250 mm	Ø 0,6 mm
	Kerikil	80 mm	Ø 3,2 mm
	Kerikil	100 mm	Ø 9,5 mm
Dimensi cell	Panjang (p)	9 m	-
	Lebar (l)	3 m	-
	Kedalaman	0,5 m	-
	Total cell	2 buah	-
Underdrain	Volume air	3,69 m ³	-
	Luas pipa	8,54 x10 ⁻⁵ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-
	Kecepatan air dalam pipa	0,5 m/detik	-
Pipa inlet	Kecepatan air dalam pipa	0,6 m/detik	-
	Luas pipa	7,11x10 ⁻⁵ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

5.20.3 Desain IPAL Pelayanan Wilayah Wowanggu

A. Bar Screen

Tabel 5.35 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih bar screen

Kriteria bar screen	Kriteria terpilih
Lebar batang (w) = $(\frac{1}{2} - \frac{3}{4})$ inchi	(w) yang direncanakan $\frac{2}{3}$ inch x 0,025 = 0,016 m
Lebar bukaan (b) = (2 - 3) inchi	(b) yang direncanakan 3 = 3 x 0,025 = 0,075 m
Kecapatan Horizontal (Vh) $\geq 0,6$ m/detik	(Vh) yang di rencanakan = 1 m/detik
Sudut bar screen terhadap horizontal (Θ) = 60^0	(Θ) sudut bar screen terhadap horizontal terpilih = 60^0
Faktor bentuk batang screen (β) = 1,79 (bentuk lingkaran)	(β) faktor bentuk batang screen terpilih = 1,79 (bentuk lingkaran)
Headloss $\leq 0,15$ m	Headloss $\leq 0,15$ m
	Lebar bar screen (L) = 0,5 m
	Panjang saluran (P) = 0,5 m

(Sumber : Susumu Kawamura, 1990)

❖ Direncanakan :

- Luas penampang saluran bar screen (A_c) = $\frac{Q}{v_h} = \frac{0,10 \text{ m}^3/\text{detik}}{1 \text{ m/detik}} = 0,1 \text{ m}^2$
- Tinggi muka air (t) = $\frac{A_c}{L} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ m}$
- Free board (W) = 30% x t = 0,3 x 0,2 = 0,06 m
- Tinggi bar screen (H) = t + W = 0,2 m + 0,06 = 0,26 m \rightarrow 0,30 m

- Jumlah bar yang dibutuhkan

$$L = w + (n + 1)b$$

$$0,5 = 0,06 + (n + 1) \times 0,075$$

$$0,5 = 0,06 + 0,075 + 0,075$$

$$0,5 = 0,135 + 0,075$$

$$0,5 - 0,075 = 0,135$$

$$0,425 = 0,135 n$$

$$n = 4 \text{ batang}$$
- Lebar efektif (L')

$$= (n + 1) \times b = (4 + 1) \times 0,075$$

$$= 0,4 \text{ m}$$
- Panjang batang terendah (t')

$$= \frac{t}{\sin 60} = \frac{0,2}{0,866} = 0,2 \text{ m}$$
- Ac efektif (Ac') = $t' \times L'$

$$= 0,2 \times 0,4 \text{ m} = 0,08 \text{ m}$$
- Kecepatan melewati bar (Vh')

$$= \frac{Ac \times Vh}{Ac'} = \frac{0,2 \times 1}{0,1} = 2,5$$
 m/detik
- Penurunan muka air melalui bar H_v

$$= \frac{(Vh')^2}{2g} = \frac{(2,5)^2}{2 \times 9,81} = 0,3 \text{ m}$$
- $\Delta H = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times H_v \times \sin 60^0$

$$= 1,79 \times \left(\frac{0,06}{0,075}\right)^{\frac{4}{3}} \times 0,3 \times 0,866$$

$$= 0,1 \text{ m} (\leq 0,15 \text{ m})$$
- Tinggi air setelah melalui screen (h')

$$= t - \Delta H = 0,2 \text{ m} - 0,1 \text{ m}$$

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

Tabel 5.36 Detail unit Bar Screen

Komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	15	cm	Terbuat dri beton
Tinggi (H)	0,30	m	-
Lebar (l)	0,5	m	-
Panjang (p)	0,5	m	-
Luas penampang (Ac)	0,083	m	-
<i>Freeboard</i>	0,06	m	30 % dari tinggi (t)
Tinggi muka air	0,2	m	-
Bar	4	Batang	Terbuat dari besi/baja
Panjang batang (t')	0,2	m	-
Lebar efektif (l')	0,4	m	-
Ac efektif (Ac')	0,1	m	-
Kecepatan melewati bar (Vh')	2,4	m/detik	memenuhi kriteria $\geq 0,6$ m/detik
Penurunan (Hv')	0,29	m	-
Headloss	0,05	m	Memenuhi kriteria $\leq 0,15$ m
Diameter pipa	0,1	m	Pipa inlet dan outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

B. Bak Equalisasi

Tabel 5.37 Kriteria Desain Bak Equalisasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	3 – 5	Jam
<i>Surface Loading</i>	20 – 50	m ³ /m ² h
P : L	2 : 1 – 6 : 1	-
P : H	3 : 1 – 5 : 1	-
Kedalaman (H)	1,5 – 3	M

(Sumber : Pedoman Teknis IPAL, 2011)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu Detensi (td) : 4 jam (efisiensi Removal TSS 65%)
- Tinggi bak (h) : 3 m

(Rosidi,2017)

➤ **Perhitungan :**

❖ **Dimensi bak equalisasi**

- $A = \frac{Q}{SL}$
 $= \frac{0,10}{(80/86400)}$
 $= 108 \text{ m}^2$
- $L = (A \times \frac{1}{2})^{0,5}$
 $= (10.8 \times \frac{1}{2})^{0,5}$
 $= 6 \text{ m}$
- $P = 2 \times L$
 $= 2 \times 6 \text{ m}$
 $= 12 \text{ m}$
- $V = \frac{Q}{Td}$

$$= \frac{0,10}{(4/3600)} = 90 \text{ m}^3$$

$$- \quad H = \frac{V}{A}$$

$$= \frac{90}{108} = 0,83 \rightarrow 1 \text{ m}$$

Tabel 5.38 Detail Unit Bak Equalisasi

komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	0,2	m	terbuat dari beton
Waktu tinggal (Td)	4	Jam	-
Tinggi bak	1	m	-
Freeboard	0,3	m	-
Panjang (p)	12	m	-
Lebar (l)	6	m	-
Luas (A)	108	m ²	-
Volume	90	m ³	-
Diamter pipa	0,2	m	Pipa inlet dan pipa outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

C. Bak Sedimentasi

Tabel 5.39 Kriteria Desain Bak Sedimentasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Surface Loading	20 – 80	m ³ /m ² / h
Waktu tinggal (Td)	0,5 – 3	Jam
P : L	4 : 1 – 6 : 1	-
P : H	5 : 1 – 20 : 1	-
Nfr	< 10 – 5	-
Nre	< 2000	-
Kedalaman (H)	1,5 – 2,5	m
Viskositas	0,9 – 10,6	-
Weir Loading	0,002 – 0,003	-
Kadar Lumpur	5 – 8	%
Slope Bak Lumpur	1 – 2	%
Tinggi	0,3	M
V (suhu air 27 °C)	0,864x10 ⁻⁶	°C

(Sumber : Christopher dan Okun, 1991)

❖ **Direncanakan :**

- **Waktu Detensi (Td) : 120 menit dengan efisiensi removal TSS 70%, BOD 30%, COD 30% (Asmadi, 2012).**

❖ **Perhitungan :**

▪ **Dimensi Bak Sedimentasi :**

- $$A = \frac{Q}{SL}$$
$$= \frac{0,10}{(80/86400)}$$
$$= 108 \text{ m}^2$$

- $$L = \left(A \times \frac{1}{6}\right)^{0,5}$$
$$= \left(108 \times \frac{1}{6}\right)^{0,5}$$
$$= 4,2 \text{ m}$$

- $$P = 7 \times L$$
$$= 7 \times 4,2$$
$$= 29,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek A Desain} &= P \times L \\ &= 29,4 \times 4,2 \\ &= 123,48 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- $$V = \frac{Q}{TD}$$
$$= \frac{0,10}{(2/3600)}$$
$$= 180 \text{ m}^3$$

- $$H = \frac{V}{A}$$
$$= \frac{180}{123,48}$$
$$= 1,5 \text{ m}$$

- Dimensi Tube
- Tinggi ruang tube = $P \text{ tube} \times \sin 45^\circ$
 $= 1 \times \sin 45^\circ$
 $= 0,9 \text{ m} \rightarrow 1$
- AB sebenarnya = $\frac{w}{\sin 45}$
 $= \frac{0,10}{\sin 45}$
 $= 0,14 \text{ m}$
- Tebal tube sebenarnya = $\frac{\text{tebal tube}}{\sin 45}$
 $= \frac{0,010}{\sin 45}$
 $= 0,014 \text{ m}$
- $N_p = \frac{[p - \cos 45 \times \text{panjang tube}]}{(2 \times \text{tebal tube}) + w}$
 $= \frac{[31,5 - \cos 45 \times 1]}{(2 \times 0,010) + 0,10}$
 $= 256 \text{ buah}$
- $nL = \frac{L}{2 \times w}$
 $= \frac{4,5}{2 \times 0,10}$
 $= 22,5 \text{ buah}$
- $n = n_p \times nL$
 $= 256 \times 22,5$
 $= 5.760 \text{ buah}$
- $V_o = \frac{Q}{n \times (0,25 \times \pi \times w^2)}$
 $= \frac{0,10}{5.760 \times (0,25 \times 3,14 \times 0,10^2)}$
 $= 2,21 \text{ m/detik}$
 $(0,25 \times \pi \times w^2) / (\pi \times w)$
- $R = \frac{\quad}{n}$

$$\frac{(0,25 \times 3,14 \times 0,10^2)}{(3,14 \times 0,10)}$$

$$= \frac{\quad}{5.760}$$

$$= 4,34 \times 10^{-7}$$

- $N_{re} = \frac{V_o \times R}{\nu}$

$$= \frac{2,21 \times 4,34 \times 10^{-7}}{0,000008039}$$

$$= 0,0119 \text{ (laminer)}$$

- $N_{fr} = \frac{V_o^2}{gR}$

$$= \frac{2,21^2}{9,81 \times 4,34 \times 10^{-7}}$$

$$= 10$$

- Zona Lumpur

- Berat jenis lumpur = SS x 1000,035 gr/L

$$= 1,004 \times 1000,035 \text{ gr/L}$$

$$= 1004,035 \text{ kg/m}^3$$

- Lumpur yang dihasilkan :

- Persentase removal = 80%

- Konsentrasi endapan = 80% x 47,6 mg/l

$$= 39 \text{ mg/l}$$

$$= 0,039 \text{ kg/m}^3$$

- Berat lumpur = Q bak x Konsentrasi endapan

$$= 0,10 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,039 \text{ kg/m}^3 \times 86400 \text{ detik/hari}$$

$$= 336,96 \text{ kg/hari}$$

- Volume Lumpur pada bak = $\frac{\text{berat lumpur}}{\% \text{lumpur} \times \text{bj lumpur}}$

$$= \frac{336,96}{2\% \times 1004,035}$$

$$= 16,7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Dimensi ruang lumpur menggunakan limas terpacung
- Luas Atas (A1) $= P_{\text{bak}} \times L_{\text{bak}}$
 $= 29,4 \times 4,2$
 $= 123,48 \text{ m}^2$
- Luas Bawah (A2) $= 75\% \times A1$
 $= 75\% \times 123,48$
 $= 92,61 \text{ m}^2$
- Panjang Bak lumpur $= \frac{92,61}{4,2} = 22 \text{ m}$
- Volume $= P \times L \times H$
 $16,7 \text{ m}^3 = 22 \times 4,2 \times H$
 $H = 0,18 \text{ m}$
- Volume ruang lumpur $= \frac{1}{3} \times \text{tinggi} \times [A_1 + A_2 + ((A_1 + A_2)^{0,5})]$
 $= \frac{1}{3} \times 0,18 \times [123,48 + 92,61 + ((123,48 + 92,61)^{0,5})]$
 $= 8,8 \text{ m}^3 \rightarrow 9 \text{ m}^3$
- Pengurasan zona lumpur
- Frekuensi pengurasan $= \frac{\text{volume lumpur per hari}}{\text{volume ruang lumpur}}$
 $= \frac{16,7}{8,8}$
 $= 1,89 \text{ (satu hari 2 kali pengurasan)}$
- Tinggi tekanan tersedia = tinggi sedimentasi + tinggi penampang lumpur
 $= 1,5 \text{ m} + 0,18 \text{ m} = 1,68 \text{ m}$
- jumlah pipa pengurasan adalah 2 buah, dengan jenis carbon steel
- diameter = 150 mm
- Cd = 0,18
- $A_{\text{pipa}} = 0,25 \times \pi \times d^2$
 $= 0,25 \times 3,14 \times 0,15^2 = 0,017 \text{ m}^2$
- $V_{\text{pipa}} = Cd \times \sqrt{2xgxh}$

- $$= 0,18 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,68}$$
- $$= 1,03 \text{ m/detik}$$
- $Q_{\text{pipa}} = A_{\text{pipa}} \times V_{\text{pipa}}$

$$= 0,017 \text{ m}^2 \times 1,03 \text{ m/detik}$$

$$= 0,017 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - Volume lumpur tiap pengurasan $= \frac{\text{volume lumpur}}{1}$

$$= \frac{16,7}{1}$$

$$= 16,7 \text{ m}^3/\text{hari}$$
 - Lama pengurasan $= \frac{\text{volume lumpur tiap pengurasan}}{Q}$

$$= \frac{16,7}{0,017}$$

$$= 982 \text{ detik} \rightarrow 16 \text{ menit}$$
 - Zona outlet
 - Q di outlet $= 0,10 - \frac{16,7}{86400}$

$$= 0,009 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - Tinggi air di V- notch $= 0,009 \text{ m}$
 - Panjang saluran pelimpah $= 29,4 \text{ m}$
 - Desain V-notch :

$$Q_1 \text{ gutter} = \frac{Q_{\text{outlet}}}{\Sigma \text{gutter}}$$

$$= \frac{0,009}{1} = 0,009 \text{ m}^3/\text{detik}$$
 - $h_{\text{air}} \text{ pada v-notch } (h_o) = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$
 - T free board $= \frac{1}{2} h_o = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$
 - Lebar muka air pada v-notch $= 2 \times h_o \times \text{tg } 45^\circ$

$$= 2 \times 0,05 \times \text{tg } 45^\circ$$

$$= 0,1 \text{ m}$$
 - Lebar pintu v-notch $= 2 \times (h_o + T \text{ Free board}) \times \text{tg } 45^\circ$

$$= 2 \times (0,05 + 0,025) \times \text{tg } 45^\circ$$

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

- Q tiap v-notch $= 1,38 \times (h_o)^{5/2}$
 $= 1,38 \times (0,05 \text{ m})^{5/2}$
 $= 0,00077 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Jumlah v-notch tiap gutter $= \frac{Q \text{ gutter}}{Q \text{ tiap v notch}}$
 $= \frac{0,009}{0,00077}$
 $= 116 \text{ buah}$
- Jumlah v-notch di dua sisi gutter $= \frac{116}{2} = 58 \text{ buah}$
- Jarak antar v-notch $= \frac{P - (\text{lebar V-notch} \times \text{jumlah V-notch})}{\text{jumlah v-notch} - 1}$
 $= \frac{29,4 - (0,15 \times 116)}{116 - 1}$
 $= 0,1 \text{ m} \rightarrow 10 \text{ cm}$
- Panjang gutter $= (\sum v \text{ notch} \times L \text{ v notch}) + [(\sum v \text{ notch} - 1) \times \text{jarak tiap v notch}]$
 $= (116 \times 0,15) + [(58 - 1) \times 0,1 \text{ m}]$
 $= 23,1 \text{ m}$
- Bp (lebar) asumsi $= 0,5 \text{ m}$
- Q gutter $= 2,49 \times Bp \times h_o^{3/2}$
 $0,009 = 2,49 \times 0,5 \times h_o^{3/2}$
 $H_o = 0,20$
- Tinggi gutter (Hp) $= H_o + 15\% H_o + \text{tinggi air dalam v-notch} + \text{Free board}$
 $= 0,20 + (15\% \times 0,20) + 0,05 \text{ m} + 0,025$
 $= 0,30 \text{ m}$
- $A = L \times H_{\text{air}} = 0,5 \text{ m} \times 0,20 = 0,1 \text{ m}^2$
- $V = Q/A = 0,009 / 0,025 = 0,36 \text{ m/detik}$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet :
- $N = 0,013$
- $R = \frac{(Bp \times Hp)}{(2Hp + Bp)}$
 $= \frac{(0,5 \times 0,30)}{(2 \times 0,30 + 0,5)} = 0,13 \text{ m}$

- $$v = \frac{Q_{gutter}}{A_{gutter}}$$

$$= \frac{0,009}{(0,5 \times 0,30)}$$

$$= 0,06 \text{ m/dtk}$$
- $$v = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,06 = 1/0,013 \times (0,13\text{m})^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$S = 0,004$$
- $$H1 \text{ saluran} = S \times \text{panjang pipa}$$

$$= 0,004 \times 29,4$$

$$= 0,11 \text{ m}$$
- Saluran Pengumpul
- Jumlah saluran pengumpul tiap bak adalah 1 buah
- $$Q \text{ saluran pengumpul} = 0,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$$
- $$\text{Lebar saluran} = 0,5 \text{ m}$$
- $$\text{Panjang saluran} = L \text{ bak} = 4,2 \text{ m}$$
- $$T_d = 10 \text{ detik}$$
- $$\text{Volume saluran} = Q \times T_d$$

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

$$= 1 \text{ m}^3$$
- $$T_{air} \text{ pada saluran} = \frac{V_{saluran}}{A_{saluran}}$$

$$= \frac{1}{(0,5 \times 4,2)}$$

$$= 0,47 \text{ m}$$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet (H1) :
- $$N = 0,013$$
- $$R = \frac{(T_{air} \times H)}{(2H + T_{air})}$$

$$= \frac{(0,47 \times 0,5)}{(2 \times 0,5 + 0,47)}$$

$$= 0,15$$

- $V = \frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,10}{(0,5 \times 0,47)}$
 $= 0,42 \text{ m/dtk}$
- $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
 $0,42 = 1/0,013 \times (0,15 \text{ m})^{2/3} \times S^{1/2}$
 $= 0,0000005$
- **Hl saluran** = $S \times \text{panjang pipa}$
 $= 0,000005 \times 4,2$
 $= 0,0002 \text{ m}$
- **Pipa outlet**
- **Kecepatan aliran (v)** = 0,22 m/detik
- **Panjang pipa (L)** = 0,5 m
- **F** = 0,02
- **Luas pipa (A)** = $Q/V = 0,10/0,22 = 0,45 \text{ m}^2$
- $A = 0,45 \times \pi \times d^2$
 $0,45 = 0,45 \times 3,14 \times d^2$
 $d = 1,41 \text{ m}$
- **A desain** = $0,45 \times \pi \times d^2$
 $= 0,45 \times 3,14 \times 1,41^2$
 $= 2,8 \text{ m}^2$
- **Cek kondisi aktual :**
- **v aktual** = $\frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,10}{(2,8)} = 0,03 \text{ m/detik}$
- **F** = 0,02
- **Hl pipa outlet** = $f \times (L/d) \times (v^2/2 \times g)$
 $= 0,02 \times (0,5 / 1,41) \times [(0,03)^2 / (2 \times 9,81)]$
 $= 3,13 \times 10^{-5} \text{ m}$

Tabel 5,40 Detail Unit Bak Sedimentasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Sedimentasi	Dinding bak	20 cm	terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	2 jam	-
	Tinggi (H)	1,5 m	-
	Panjang (p)	29,4 m	-
	Lebar (L)	4,2 m	-
	Free board	0,5 m	-
	Luas (A)	108 m ²	
	Volume	180 m ³	-
Dimensi Tube	Tinggi tube	1 m	-
	Np	256 buah	-
	NI	22,5 buah	-
	N	5.760 buah	-
	Vo	2,21 m/detik	-
	R	4,34 x 10 ⁻⁷	-
	Nre	0,0119	laminer (Nre <2000)
	Nfr	10	stabil >10 ⁻⁵)
Zona Lumpur	Volume lumpur	16,7 m ³ /hari	-
	L atas	123,48 m ²	trapesium
	Panjang bak lumpur	22 m	-
	Lebar (L)	4,2 m	-
	L bawah	92,61 m ²	trapesium
	P	22 m	-
	L	4 m	-
	H	0,18 m	-
Zona Outlet	Tinggi air	0,009 m	-
	Free board	0,025 m	-
	V	0,06 m ³	-
	P	2 m	-
	L	0,5 m	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

D. Kriteria Bak Waste Water Garden

Tabel 5.41. kriteria desain bangunan Bak Waste Water Garden

Komponen	Kriteria	Satuan
Hydrolic loading rate	150 -500	m ³ ha/hari
Waktu tinggal (Td)	2 – 7	Hari
P : L	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman air	0,1 – 1	M
Frekuensi pemanenan	3 -5	Tahun
Kontrol nyamuk	-	Tidak perlu
Area	2,1 – 6,9	Ha

(Sumber : metcalf & Eddy, 2001)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (Td) : 2 hari dengan efisiensi removal 95 % BOD dan COD 85% (Iriawanto, 2010)

❖ **Volume bak WWG**

$$\begin{aligned}
 - \quad V &= \frac{Q}{T_d} \\
 &= \frac{0,10}{(2/86400)} \\
 &= 4320 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

❖ **Luas permukaan bak WWG**

$$\begin{aligned}
 - \quad A &= \frac{V}{H} \\
 &= \frac{4320}{3} \\
 &= 1440 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

❖ **Dimensi Bak WWG**

- **Bentuk persegi panjang**

- $A = P \times L \rightarrow P : L = 3 : 1$

$$1440 = 3L \times L$$

$$1440 = (3L)^2$$

$$L = \sqrt{\frac{1440}{3}}$$

$$L = 21,9 \text{ m} \quad p = 3L = 3(21,9) = 66 \text{ m}$$

❖ **Penggunaan Tanaman**

• **Cattail**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai tanaman maka, dalam 1 kg tanaman diameter yang dimiliki adalah 250 cm (Ria Merlita, 2014).

- **Perhitungan luas lahan** = panjang x lebar
= 17 m x 5,8 m
= 98,6 m

- **Perhitungan tanaman** = $\frac{98,6}{2,5} = 39$ kg tanaman Cattail.

• **Kala Lili**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai. 1 kg tanaman memiliki diameter 250 cm (Ria Merlita, 2014).

- **Perhitungan lahan persegi panjang**
= 17 m x 5,8 m
= 98,6m

- **Perhitungan tanaman**
= $\frac{98,6 \text{ m}}{10 \text{ m}}$
= 10 kg tanaman kala lili

- Seroja/lotus

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 75 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 5 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 375 cm (Ria Merlita, 2014)

- Perhitungan luas lahan persegi panjang

$$= 17 \text{ m} \times 5,8 \text{ m}$$

$$= 98,6 \text{ m}$$

- Perhitungan tanaman

$$= \frac{98,6 \text{ m}}{3,75 \text{ m}}$$

$$= 26 \text{ kg tanaman seroja}$$

- Bambu air

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 2 -3 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 10 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 120 cm (Sutyasmi dkk, 2013)

- Luas lahan persegi panjang

$$= 17 \text{ m} \times 5,8 \text{ m}$$

$$= 98,6 \text{ m}$$

- Perhitungan tanaman

$$= \frac{98,6 \text{ m}}{1,2 \text{ m}}$$

$$= 82 \text{ kg}$$

- Bak Pengontrol

- Q = 0,10 m³/detik

- Td = 15 menit = 900 detik

- Kapasitas bak pengontrol = 15%

$$P : L = 1 : 1$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas bak pengontrol} &= 0,15 \times 0,10 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,015 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- Vd = Q x Td
- = 0,015 m³/detik x 900 detik
- = 13,5 m³

- Asumsi tinggi (H) = 3 m
- Volume = $P \times L \times H$
- 13,5 = $L^2 \times 1$
- $L^2 = 13,5$
- $L = 6,75$
- $P = 6,75$
- $H = 1$

Tabel 5.42 Detail Bak Waste Water Garden

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Waste Water Garde	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	2 hari	-
	Tinggi (H)	3 m	-
	Panjang (P)	66 m	-
	Lebar (L)	21,9 m	-
	Kedalaman (H)	1 m	-
	Luas (A)	1440 m ²	-
	Volume	4320 m ³	-
	Tebal Media	2,5 m	-
Tanaman WWG	P	17 m	Cattail
	L	5,8 m	
	Berat	39 kg	
	P	17 m	Kalla Lili
	L	5,8 m	
	Berat	10 kg	
	P	17 m	Seroja/Lotus
	L	5,8 m	
	Berat	26 kg	
	P	17 m	Bambu Air
	L	5,8 m	
	Berat	82 kg	
Bak Pengontrol	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	15 menit	-
	Tinggi (H)	1 m	-
	Lebar (L)	3 m	-
	Panjang (P)	6 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	6 m ²	-
	Volume	13 m ³	-

(sumber : Hasil perhitungan, 2018)

❖ **Bak Khlorinasi**

Tabel 5.43 Kriteria Desain Bak Khlorinasi

Komponen	Kriteria	Satuan
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Gas Klor (Cl ₂)	>90	
Sodium Hipoklorit (NaOCl)	>15	%
Kaporit mengandung klor	60 – 70	%

(Sumber : SNI 6774, 2008)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (td) : 10 menit dengan efisiensi removal 92% (Busyairi, 2015)

- Tinggi (h) : 2,5 m

❖ **Valume bak**

$$\begin{aligned}
 - \text{ V bak} &= Q \times t_d \\
 &= 0,10 \text{ m}^3/\text{detik} \times 600 \text{ detik} \\
 &= 60 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Luas} &= \frac{v}{h} \\
 &= \frac{60}{2,5} = 24 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

❖ **Dimensi bak**

- Bentuk persegi panjang

$$\begin{aligned}
 - \text{ A} &= P \times L \rightarrow P : L = 2 : 1 \\
 24 &= 2L \times L \\
 24 &= (2L)^2
 \end{aligned}$$

$$L = \sqrt{\frac{24}{2}}$$

$$L = 3,46 \text{ m} \quad P = 2L = 2(3,46) = 6,92 \text{ m}$$

Dibutuhkan :

- Kaporit yang mengandung klor = 60%
- Konsentrasi yang diinginkan = 5%
- Dosis klor = 1,3 mg/l
- Berat jenis 1,2 kg/l
- $Q = 10 \text{ L/detik}$
- Kebutuhan klor = $10 \text{ l/dtk} \times 1,3 \text{ mg/l}$
= 13 mg/dtk = 11 kg/hari
- Kebutuhan klor per tahun = 30 hari x 11 = 330 kg/bulan
- Volume klor = $\frac{\text{kebutuhan klor 1 hari}}{\text{berat jenis klor}}$
= $\frac{11 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}}$ = 9,1 L/hari = 0,0091 m³/hari

❖ Bak pengaduk klor

$$- V_{Ca(OCl)_2} = \frac{\text{kebutuhan } Ca(OCl)_2}{\rho \cdot Ca(OCl)_2} = \frac{1,1 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}} = 9,1 \text{ l/hari} \rightarrow 0,0091 \text{ kg/hari}$$

Vpelarut air untuk chlorin = 10%

$$- V_p = \frac{0,9}{0,1} \times 0,0091 \text{ m}^3$$

$$= 0,08 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume pengaduk klorinasi yaitu $0,1 + 0,0091 = 0,1$

❖ Dimensi bak pengaduk klor, berbentuk persegi panjang

- Direncanakan $H = 0,2 \text{ m}$

- Luasan bak

$$- A = \frac{V}{H} = \frac{0,05 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}} = 0,25 \text{ m}^2$$

$$- A = P \times L \rightarrow P = 2L$$

$$= 2L \times L$$

$$0,25 \text{ m}^2 = 2L^2$$

$$L = 0,5 \text{ m} \rightarrow P = 2 \times 0,5 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

- Bak pengaduk menggunakan *baffle perforated*, dengan diameter lubang sebesar 0,05 m

- Luas permukaan baffle = $A_{\text{baffle}} = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$

- Luas setiap lubang

- $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$

$$A = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,05^2$$

$$= 0,009 \text{ m}^2$$

- Luas keleruhan lubang

- $A = 50\% \times 0,05 \text{ m}^2$
$$= 0,025 \text{ m}^2$$

- Jumlah lubang (n)

$$n = \frac{A_{\text{tot}}}{A_{\text{lub}}} = \frac{0,025 \text{ m}^2}{0,009 \text{ m}^2} = 3 \text{ lubang}$$

- Jarak antar lubang

- Horizontal

Direncanakan terdapat 2 baris, dengan $h = 1 \text{ m}$

$$D_{\text{lubang}} \times n = 0,25 \text{ m} \times 2 = 0,5 \text{ m}$$

- Jarak antar lubang = $\frac{0,25 \text{ m} - 0,5 \text{ m}}{2+1} = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$

- Debit tiap lubang

$$Q_{\text{lubang}} = \frac{0,10 \text{ m}^3/\text{dtk}}{2} = 0,05 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 5.44 Detail bak Klorinasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Klorinasi	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	15 menit	-
	Tinggi (H)	2,5 m	-
	Panjang (P)	6,92 m	-
	Lebar (L)	3,46 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	24 m ²	-
	Volume	60 m ³	-
Bak Pengaduk	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Tinggi (H)	0,2 m	-
	Panjang (P)	1 m	-
	Lebar (L)	0,5 m	-
	Luas (A)	0,25 m ²	-
	Volume	0,1 m ³ /hari	-
	Kebutuhan Klor	11 kg/hari	-
	A Baffle	0,5 m x 0,5 m	-
	Jumlah Lubang	3	Buah
	Qlubang	0,05 m ³ /dtk	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

E. Kolam Indikator

Tabel 5.45 kriteria desain kolam indikator

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	0,5 – 3	Jam
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Freeboard	<0,3	m

(Sumber : Pedoman teknis IPAL, 2011)

❖ Direncanakan :

- Waktu detensi (Td) = 40 menit
- Tinggi bak = 2 m

❖ Perhitungan :

- $V = Q \cdot Td$
- $V = 0,10 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 2400 \text{ dtk} = 240 \text{ m}^3$
- Luas bak pengumpu
- $A = \frac{\text{volume}}{h} = \frac{240 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 80 \text{ m}^2$
- Dimensi bak
- Bentuk persegi panjang
- $A = P \times L \rightarrow P : L = 2 : 1$
- $80 = 2L \times L$
- $80 = (2L)^2$
- $L = \sqrt{\frac{80}{2}}$
- $L = 6 \text{ m} \quad P = 2L = 2(6) = 12 \text{ m}$

Tabel 5.46 Detail Kolam Indikator

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak khlorinasi	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	40 menit	-
	Tinggi (H)	3 m	-
	Panjang (p)	12 m	-
	Lebar (L)	6 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	80 m ²	-
	Volume	240 m ³	-

(Sumber : Hasil perhitungan, 2018)

F. Bak penampungan lumpur

Table 5.33 kriteria desain bak penampungan lumpur

Komponen	Kriteria	Satuan
Tebal lapisan lumpur	200 – 300	mm
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
Tebal lapisan media pasir	230 – 300	mm
Tebal lapisan gravel	150 – 300	mm
<i>Uniformity coefficient</i>	≤ 4	
<i>Effective size</i>	0,3 -0,75	mm
<i>Slope lateral drainage line</i>	>1%	%
Jarak antar lateral line	2,5 – 6	mm
Kecepatan dalam pipa	≤ 0,75	m/s
Waktu pengeringan	5 – 15	hari
Kelembaban	± 60	%
<i>Sludge loading rate</i>	58,5 – 97,6	kg/m ² tahun

(Sumber : Qosim, 1985)

❖ **Direncanakan :**

- **Tebal lapisan media : 430 mm**
 - Media Pasir = tebal 250 mm, ϕ 0,6
 - Lapisan Krikil = tebal 80 mm untuk ϕ 3,2 dan tebal 100 mm untuk ϕ 9,5 mm.
- **Waktu pengeringan = 6 hari**
- **Kondisi ouput lumpur dari unit sedimentasi**
 - Kadar air = 90%
 - Kadar solid = 10%
 - Volume lumpur : 16,7 m³/hari
 - Kadar air pada cake sludge : 75%
 - Ketebalan cake sludge : 0,3 m
 - 1 unit sludge dry bed terdiri 2 cell
 - Volume cake dari solid (Vi) $= \frac{v_{total} (1-p)}{1-p_i}$
 $= \frac{16,7 (1-0,9)}{1-0,75}$
 $= 6,68 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Volume cake kering setiap cell = 6,68 m³/hari
 - Total volume cake kering = 6,68 x 2 = 13,36 m³/hari
 - Luas permukaan cell $= \frac{13,36 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 44 \text{ m}^2$
- **Maka dimensi bangunan :**
 - Perbandingan = P : L = 3 : 1
 $A = 3L \times L^2$
 $44 \text{ m}^2 = 3 L^2$
 $L = \sqrt{\frac{44}{3}}$
 $L = 4 \text{ m}$ $P = 3L = 3(4) = 12 \text{ m}$
- **Volume bed = 16,7 m³/hari x 6 hari = 100 m³**
- **Kedalaman air = $\frac{(100 \times 0,3) \text{ m}^3}{(6 \times 9 \text{ m}) \times (2 \times 3 \text{ m})} = 0,09 \text{ m}$**
-

jadi dimensi cell di sludge drying bed sebagai berikut :

- Panjang = 12 m
- Lebar = 4 m
- Kedalaman = 0,09 m
- Dimensi bed = P = 6 x 12 = 72 m
L = 2 x 4 = 8 m
Kedalaman = 0,43 + 0,3 + 0,5 = 1,2 m
Freeboard 30% = 0,3 x 1,2 = 0,40 m
- Underdrain
Komponen ini berfungsi sebagai menampung air dari pemisahan lumpur dan air. Letak underdrain terletak dibawah media kerikil. Underdrain berupa pipa dengan perforasi
 - Volume air/hari = $V_{\text{sludge}} \times 90\% - V_{\text{lumpur kering}} \times 60\%$
= $16,7 \text{ m}^3/\text{hari} \times 90\% - 13,36 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60\%$
= $7,01 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Direncanakan kecepatan air dalam pipa = 0,6 m/detik
 - Luas pipa = $\frac{7,01 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,5 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 1,62 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
 - ϕ pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 1,62 \times 10^{-4}}{3,14}} = 0,014 \text{ m} = 14 \text{ mm} \rightarrow 22 \text{ mm}$ ukuran pipa yang ada.
- Pipa inlet
- Direncanakan kecepatan pada pipa = 0,6 m/detik
- Luas pipa = $\frac{7,01 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,6 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 1,35 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- Diameter pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 1,35 \times 10^{-4}}{3,14}} = 0,013 \text{ m} = 13 \text{ mm}$

Tabel 5.47. Rincian bak Sludge Drying Bed

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak sludge drying bed	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (td)	6 hari	-
	Kedalaman	1,2 m	-
	Panjang (p)	72 m	-
	Lebar (l)	8 m	-
	Freeboard	0,40 m	-
	Volume bed	100 m ³	-
Media	Pasir	250 mm	Ø 0,6 mm
	Kerikil	80 mm	Ø 3,2 mm
	Kerikil	100 mm	Ø 9,5 mm
Dimensi cell	Panjang (p)	12 m	-
	Lebar (l)	4 m	-
	Kedalaman	0,09 m	-
	Total cell	2 buah	-
Underdrain	Volume air	7,01 m ³	-
	Luas pipa	16,2 x10 ⁻⁴ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-
	Kecepatan air dalam pipa	0,6 m/detik	-
Pipa inlet	Kecepatan air dalam pipa	0,6 m/detik	-
	Luas pipa	1,35x10 ⁻⁴ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

5.20.3 Desain IPAL Wilayah Kawasan Pobenka

A. Bar Screen

Tabel 5.48 Kriteria Desain dan Kriteria terpilih bar screen

Kriteria bar screen	Kriteria terpilih
Lebar batang (w) = $(\frac{1}{2} - \frac{3}{4})$ inchi	(w) yang direncanakan $\frac{3}{4}$ inch x 0,025 = 0,018 m
Lebar bukaan (b) = (2 – 3) inchi	(b) yang direncanakan 3 = 3 x 0,025 = 0,075 m
Kecapatan Horizontal (Vh) $\geq 0,6$ m/detik	(Vh) yang di rencanakan = 1,5 m/detik
Sudut bar screen terhadap horizontal (Θ) = 60^0	(Θ) sudut bar screen terhadap horizontal terpilih = 60^0
Faktor bentuk batang screen (β) = 1,79 (bentuk lingkaran)	(β) faktor bentuk batang screen terpilih = 1,79 (bentuk lingkaran)
Headloss $\leq 0,15$ m	Headloss $\leq 0,15$ m
	Lebar bar screen (L) = 0,5 m
	Panjang saluran (P) = 0,5 m

(Sumber : Susumu Kawamura, 1990)

❖ Direncanakan :

- Luas penampang saluran bar screen (A_c) = $\frac{Q}{v_h} = \frac{0,98 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,5 \text{ m}/\text{detik}} = 0,6 \text{ m}^2$
- Tinggi muka air (t) = $\frac{A_c}{L} = \frac{0,6}{0,5} = 1,3 \text{ m}$
- Free board (W) = 30% x t = 0,3 x 1,3 = 0,4 m
- Tinggi bar screen (H) = t + W = 1,3 m + 0,4 = 1,7 m

- Jumlah bar yang dibutuhkan
 - $L = w + (n + 1)b$
 - $0,5 = 0,018 + (n + 1) \times 0,075$
 - $0,5 = 0,018 + 0,075 + 0,075$
 - $0,5 = 0,098 + 0,075$
 - $0,5 - 0,075 = 0,098$
 - $0,4 = 0,098 n$
 - $n = 5 \text{ batang}$

- Lebar efektif (L')
 - $0,0,075 = 0,4 \text{ m}$
 - $= (n + 1) \times b = (5 + 1) \times$

- Panjang batang terendah (t')
 - $= \frac{t}{\sin 60} = \frac{1,3}{0,866} = 1,3 \text{ m}$

- Ac efektif (Ac') = $t' \times L'$
 - $= 1,3 \times 0,4 \text{ m} = 0,5 \text{ m}$

- Kecepatan melewati bar (Vh')
 - $= \frac{Ac \times Vh}{Ac'} = \frac{0,6 \times 1,5}{0,5} = 1,8$
 - m/detik

- Penurunan muka air melalui bar Hv
 - $= \frac{(Vh')^2}{2g} = \frac{(1,8)^2}{2 \times 9,81} = 0,16 \text{ m}$

- $\Delta H = \beta \times \left(\frac{w}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \times Hv \times \sin 60^\circ$
 - $= 1,79 \times \left(\frac{0,018}{0,075}\right)^{\frac{4}{3}} \times 0,16 \times$
 - $0,866 = 0,014 \text{ m} (\leq 0,15 \text{ m}) \text{ (ok)}$

- Tinggi air setelah melalui screen (h')
 - $= t - \Delta H = 1,3 \text{ m} - 0,014 \text{ m}$
 - $= 1,2 \text{ m}$

Tabel 5.49 Detail Unit Bar Screen

Komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	12	cm	Terbuat dri beton
Tinggi (H)	1,5	m	-
Lebar (l)	0,5	m	-
Panjang (p)	0,5	m	-
Luas penampang (Ac)	0,6	m ²	-
<i>Freeboard</i>	0,4	m	30 % dari tinggi (t)
Tinggi muka air	1,3	m	-
Bar	5	Batang	Terbuat dari besi/baja
Panjang batang (t')	1,3	m	-
Lebar efektif (l')	0,4	m	-
Ac efektif (Ac')	0,5	m	-
Kecepatan melewati bar (Vh')	1,8	m/detik	Memenuhi kriteria $\geq 0,6$ m/detik
Penurunan (Hv')	0,16	m	-
Headloss	0,014	m	Memenuhi kriteria $\leq 0,15$ m
Diameter pipa	0,1	m	Pipa inlet dan outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

B. Bak Equalisasi

Tabel 5.50 Kriteria Desain Bak Equalisasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	3 – 5	Jam
<i>Surface Loading</i>	20 – 50	m ³ /m ² h
P : L	2 : 1 – 6 : 1	-
P : H	3 : 1 – 5 : 1	-
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m

(Sumber : Pedoman Teknis IPAL, 2011)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu Detensi (td) : 4 jam efisiensi Removal TSS 65% (Rosidi, 2017).
- Tinggi bak (h) : 3 m

❖ **Perhitungan :**

- Dimensi bak equalisasi

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{SL} \\ &= \frac{0,098}{(80/86400)} \\ &= 105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= (A \times \frac{1}{2})^{0,5} \\ &= (105 \times \frac{1}{2})^{0,5} \\ &= 7,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 2 \times L \\ &= 2 \times 7,2 \text{ m} \\ &= 14,4 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$= \frac{0,098}{(4/3600)} = 88 \text{ m}^3$$

$$- \quad H = \frac{V}{A}$$

$$= \frac{88}{105} = 0,83 \rightarrow 1 \text{ m}$$

$$- \quad \text{Free board} = 30\% \times H = 30\% \times 1 \text{ m} = 0,3 \text{ m}$$

Tabel 5.51 Detail Unit Bak Equalisasi

komponen	Ukuran	Satuan	Spesifikasi
Dinding bak	20	cm	terbuat dari beton
Waktu tinggal (Td)	4	Jam	-
Tinggi bak	1	m	-
Freeboard	0,3	m	-
Panjang (p)	14,4	m	-
Lebar (l)	7,2	m	-
Luas (A)	105	m ²	-
Volume	88	m ³	-
Diamter pipa	0,2	m	Pipa inlet dan pipa outlet

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

C. Bak Sedimentasi

Tabel 5.52 Kriteria Desain Bak Sedimentasi

Komponen	Kriteria	Satuan
Surface Loading	20 – 80	m ³ /m ² / h
Waktu tinggal (Td)	0,5 – 3	Jam
P : L	4 : 1 – 6 : 1	-
P : H	5 : 1 – 20 : 1	-
Nfr	< 10 – 5	-
Nre	< 2000	-
Kedalaman (H)	1,5 – 2,5	m
Viskositas	0,9 – 10,6	-
Weir Loading	0,002 – 0,003	-
Kadar Lumpur	5 – 8	%
Slope Bak Lumpur	1 – 2	%
Tinggi	0,3	m
V (suhu air 27 °C)	0,864x10 ⁻⁶	°C

(Sumber : Christopher dan Okun, 1991)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu Detensi (Td) : 120 menit dengan efisiensi TSS 70%, BOD 30%, COD 30% (Asmadi, 2012)
- Efinesis removal : TSS 80%,
BOD 30%
COD 30 %.

❖ **Perhitungan :**

▪ **Dimensi Bak Sedimentasi :**

$$\begin{aligned} - \quad A &= \frac{Q}{SL} \\ &= \frac{0,098}{\left(\frac{80}{86400}\right)} \\ &= 105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad L &= \left(A \times \frac{1}{6}\right)^{0,5} \\ &= \left(105 \times \frac{1}{6}\right)^{0,5} \\ &= 4,1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad P &= 7 \times L \\ &= 7 \times 4,1 \\ &= 28,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek A Desain} &= P \times L \\ &= 28,7 \times 4,1 \\ &= 117,67 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad V &= \frac{Q}{TD} \\ &= \frac{0,098}{\left(\frac{2}{3600}\right)} \\ &= 176 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad H &= \frac{V}{A} \\ &= \frac{176}{117,67} \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Dimensi Tube**

$$\begin{aligned} - \quad \text{Tinggi ruang tube} &= P \text{ tube} \times \sin 45^\circ \\ &= 1 \times \sin 45^\circ \\ &= 0,9 \text{ m} \rightarrow 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad AB \text{ sebenarnya} &= \frac{w}{\sin 45} \\
 &= \frac{0,098}{\sin 45} \\
 &= 0,1 \text{ m} \\
 \\
 - \quad \text{Tebal tube sebenarnya} &= \frac{\text{tebal tube}}{\sin 45} \\
 &= \frac{0,098}{\sin 45} \\
 &= 0,13 \text{ m} \\
 \\
 - \quad Np &= \frac{[p - \cos 45 \times \text{panjang tube}]}{(2 \times \text{tebal tube}) + w} \\
 &= \frac{[28,7 - \cos 45 \times 1]}{(2 \times 0,13) + 0,098} \\
 &= 50 \text{ buah} \\
 \\
 - \quad nL &= \frac{L}{2 \times w} \\
 &= \frac{4,1}{2 \times 0,098} \\
 &= 20 \text{ buah} \\
 \\
 - \quad n &= np \times nL \\
 &= 50 \times 20 \\
 &= 1000 \text{ buah} \\
 \\
 - \quad Vo &= \frac{Q}{n \times (0,25 \times \pi \times w^2)} \\
 &= \frac{0,098}{1000 \times (0,25 \times 3,14 \times 0,098^2)} \\
 &= 0,01 \text{ m/detik} \\
 \\
 &= \frac{(0,25 \times \pi \times w^2)}{(\pi \times w)} \\
 \\
 - \quad R &= \frac{1}{n} \\
 &= \frac{(0,25 \times 3,14 \times 0,098^2)}{(3,14 \times 0,098)} \\
 &= \frac{1}{1000} \\
 &= 2,45 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

- $$N_{re} = \frac{V_o \times R}{v}$$

$$= \frac{0,01 \times 2,45 \times 10^{-5}}{176}$$

$$= 1,42 \times 10^{-9} \text{ (laminer)}$$
- $$N_{fr} = \frac{V_o^2}{gR}$$

$$= \frac{0,01^2}{9,81 \times 2,45 \times 10^{-5}}$$

$$= 5$$
- Zona Lumpur
- Berat jenis lumpur = SS x 1000,035 gr/L
 - = 1,004 x 1000,035 gr/L
 - = 1004,035 kg/m³
- Lumpur yang dihasilkan :
- Persentase removal = 80%
- Konsentrasi endapan = 80% x 47,6 mg/l
 - = 39 mg/l
 - = 0,039 kg/m³
- Berat lumpur = Q bak x Konsentrasi endapan
 - = 0,098 m³/detik x 0,039 kg/m³ x 86400 detik/hari
 - = 330 kg/hari
- Volume Lumpur pada bak = $\frac{\text{berat lumpur}}{\% \text{lumpur} \times \text{bj lumpur}}$

$$= \frac{330}{2\% \times 1004,035}$$

$$= 16,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$
- Dimensi ruang lumpur menggunakan limas terpacung
- Luas Atas (A1) = P_{bak} x L_{bak}
 - = 28,7 x 4,1
 - = 118 m²

- Luas Bawah (A2) = 75% x A1
= 75% x 118
= 55,5 m²
- Panjang Bak lumpur = $\frac{55,5}{4,1} = 13,5$ m
- Volume = P x L x H
16,43 m³ = 13,5 x 4,1 x H
H = 0,30 m
- Volume ruang lumpur = 1/3 x tinggi x [A₁ + A₂ + ((A₁ + A₂)^{0,5})]
= 1/3 x 0,14 x [118 + 55,5 + ((118 + 55,5)^{0,5})]
= 19 m³
- Pengurasan zona lumpur
- Frekuensi pengurasan = $\frac{\text{volume lumpur per hari}}{\text{volume ruang lumpur}}$
= $\frac{16,43}{19}$
= 0,86 (satu hari 1 kali pengurasan)
- Tinggi tekanan tersedia = tinggi sedimentasi + tinggi penampang lumpur
= 1,5 m + 0,30m = 1,8 m
- jumlah pipa pengurasan adalah 2 buah, dengan jenis carbon steel
- diameter = 150 mm
- Cd = 0,14
- A_{pipa} = 0,25 x π x d²
= 0,25 x 3,14 x 0,15² = 0,017 m²
- V_{pipa} = Cd x $\sqrt{2xgxh}$
= 0,14 x $\sqrt{2 x 9,81 x 1,8}$
= 0,83 m/detik
- Q_{pipa} = A_{pipa} x V_{pipa}
= 0,017 m² x 0,83 m/detik
= 0,014 m³/detik

- Volume lumpur tiap pengurasan $= \frac{\text{volume lumpur}}{1}$
 $= \frac{16,43}{1}$
 $= 16,43 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Lama pengurasan $= \frac{\text{volume lumpur tiap pengurasan}}{Q_{\text{pipa}}}$
 $= \frac{16,43}{0,014}$
 $= 1174 \text{ detik} \rightarrow 20 \text{ menit}$
- Zona outlet
- Q di outlet $= 0,098 - \frac{16,43}{86400}$
 $= 0,097 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Tinggi air di V- notch $= 0,05 \text{ m}$
- Panjang saluran pelimpah $= 28,7 \text{ m}$
- Desain V-notch :
 $Q_1 \text{ gutter} = \frac{Q \text{ outlet}}{\Sigma \text{ gutter}}$
 $= \frac{0,097}{1} = 0,097 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $h_{\text{air}} \text{ pada v-notch (} h_o) = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$
- T free board $= \frac{1}{2} h_o = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$
- Lebar muka air pada v-notch $= 2 \times h_o \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 2 \times 0,025 \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 0,1 \text{ m}$
- Lebar pintu v-notch $= 2 \times (h_o + \text{T Free board}) \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 2 \times (0,05 + 0,025) \times \text{tg } 45^\circ$
 $= 0,15 \text{ m}$
- Q tiap v-notch $= 1,38 \times (h_o)^{5/2}$
 $= 1,38 \times (0,05 \text{ m})^{5/2}$
 $= 0,00077 \text{ m}^3/\text{dtk}$

- Jumlah v-notch tiap gutter $= \frac{Q \text{ gutter}}{Q \text{ tiap v notch}}$
 $= \frac{0,098}{0,00077}$
 $= 127 \text{ buah}$
- Jumlah v-notch di dua sisi gutter $= \frac{127}{2} = 64 \text{ buah}$
- Jarak antar v-notch $= \frac{P - (\text{lebar V-notch} \times \text{jumlah V-notch})}{\text{jumlah v-notch} - 1}$
 $= \frac{28,7 - (0,15 \times 64)}{64 - 1}$
 $= 0,3 \text{ m} \rightarrow 30 \text{ cm}$
- Panjang gutter x jarak tiap v notch) $= (\sum v \text{ notch} \times L v \text{ notch}) + [(\sum v \text{ notch} - 1)$
 $= (127 \times 0,15) + [(64 - 1) \times 0,3 \text{ m}]$
 $= 37 \text{ m}$
- Bp (lebar) asumsi $= 0,5 \text{ m}$
- Q gutter $= 2,49 \times Bp \times h_o^{3/2}$
 $0,098 = 2,49 \times 0,5 \times h_o^{3/2}$
 $H_o = 0,7$
- Tinggi gutter (Hp) $= H_o + 15\% H_o + \text{tinggi air dalam v-notch} + \text{Free board}$
 $= 0,7 + (15\% \times 0,7) + 0,05 \text{ m} + 0,025$
 $= 0,88 \text{ m}$
- $A = L \times H_{\text{air}} = 0,5 \text{ m} \times 0,7 = 0,3 \text{ m}^2$
- $V = Q/A = 0,098 / 0,025 = 3,92 \text{ m/detik}$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet :
- $N = 0,013$
- $R = \frac{(Bp \times Hp)}{(2Hp + Bp)}$
 $= \frac{(0,5 \times 0,88)}{(2 \times 0,88 + 0,5)} = 0,19 \text{ m}$

- $$v = \frac{Q_{gutter}}{A_{gutter}}$$

$$= \frac{0,098}{(0,5 \times 0,88)}$$

$$= 0,20 \text{ m/dtk}$$
- $$v = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,20 = 1/0,013 \times (0,19 \text{ m})^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$S = 0,0078$$
- $$Hl \text{ saluran} = S \times \text{panjang pipa}$$

$$= 0,0078 \times 28,8$$

$$= 0,22 \text{ m}$$
- Saluran Pengumpul
- Jumlah saluran pengumpul tiap bak adalah 1 buah
- $$Q \text{ saluran pengumpul} = 0,098 \text{ m}^3/\text{dtk}$$
- $$\text{Lebar saluran} = 0,5 \text{ m}$$
- $$\text{Panjang saluran} = L \text{ bak} = 4,1 \text{ m}$$
- $$T_d = 10 \text{ detik}$$
- $$\text{Volume saluran} = Q \times T_d$$

$$= 0,098 \text{ m}^3/\text{detik} \times 10 \text{ detik}$$

$$= 0,98 \text{ m}^3$$
- $$T_{air} \text{ pada saluran} = \frac{V_{saluran}}{A_{saluran}}$$

$$= \frac{0,98}{(0,5 \times 4,1)}$$

$$= 0,47 \text{ m}$$
- Kehilangan tekanan pada zona outlet (Hl) :
- $$N = 0,013$$
- $$R = \frac{(T_{air} \times H)}{(2H + T_{air})}$$

$$= \frac{(0,47 \times 0,5)}{(2 \times 0,5 + 0,47)}$$

$$= 0,15$$

- $V = \frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,098}{(0,5 \times 0,47)}$
 $= 0,41 \text{ m/dtk}$
- $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
 $0,41 = 1/0,013 \times (0,15 \text{ m})^{2/3} \times S^{1/2}$
 $S = 0,018$
- **Hl saluran** = $S \times \text{panjang pipa}$
 $= 0,018 \times 3$
 $= 0,054 \text{ m}$
- **Pipa outlet**
- **Kecepatan aliran (v)** = 0,22 m/detik
- **Panjang pipa (L)** = 0,5 m
- **F** = 0,02
- **Luas pipa (A)** = $Q/V = 0,098/0,22 = 0,44 \text{ m}^2$
- **A** = $0,25 \times \pi \times d^2$
 $0,44 = 0,25 \times 3,14 \times d^2$
 $d = 0,5 \text{ m}$
- **A desain** = $0,25 \times \pi \times d^2$
 $= 0,25 \times 3,14 \times 0,5^2$
 $= 0,2 \text{ m}^2$
- **Cek kondisi aktual :**
- **v aktual** = $\frac{Q}{A}$
 $= \frac{0,098}{(0,2)} = 0,5 \text{ m/detik}$
- **F** = 0,02
- **Hl pipa outlet** = $f \times (L/d) \times (v^2/2 \times g)$
 $= 0,02 \times (0,5 / 0,5) \times [(0,5)^2 / (2 \times 9,81)]$
 $= 2,54 \times 10^{-4} \text{ m}$

Tabel 5,53 Detail Unit Bak Sedimentasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Sedimentasi	Dinding bak	20 cm	terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	2 jam	-
	Tinggi (H)	1,5 m	-
	Panjang (p)	29 m	-
	Lebar (L)	4,1 m	-
	Free board	0,4 m	-
	Luas (A)	105 m ²	
	Volume	176 m ³	-
Dimensi Tube	Tinggi tube	1 m	-
	Np	50 buah	-
	Nl	20 buah	-
	N	1000 buah	-
	Vo	0,01 m/detik	-
	R	1,197 x 10 ⁻⁶	-
	Nre	1,42 x 20 ⁻⁹	laminer (Nre <2000)
	Nfr	3,12 x 10 ⁻⁵	stabil < 10 - 5)
Zona Lumpur	Volume lumpur	16,43 m ³ /hari	-
	L atas	118 m ²	trapesium
	Panjang bak lumpur	13,5 m	-
	Lebar (L)	4,1 m	-
	L bawah	55,5 m ²	trapesium
	P	118 m	-
	L	4,1 m	-
	H	0,30 m	-
Zona Outlet	Tinggi air	0,05 m	-
	Free board	0,025 m	-
	V	0,98 m ³	-
	P	4,1 m	-
	L	0,5 m	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

D. Detail Bak Waste Water Garden

Tabel 5.54. Kriteria desain bangunan Bak Waste Water Garden

Komponen	Kriteria	Satuan
Hydrolic loading rate	150 -500	m ³ ha/hari
Waktu tinggal (Td)	2 – 7	Hari
P : L	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman air	0,1 – 1	M
Frekuensi pemanenan	3 -5	Tahun
Kontrol nyamuk	-	Tidak perlu
Area	2,1 – 6,9	Ha

(Sumber : metcalf & Eddy, 2001)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (Td) : 2 hari dengan efisiensi removal 95 % BOD dan COD 85% (Iriawanto, 2010)

- Volume bak WWG

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q}{T_d} \\
 &= \frac{0,098}{(2/86400)} \\
 &= 4234 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Luas permukaan bak WWG

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{V}{H} \\
 &= \frac{4234}{3} \\
 &= 1411 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Dimensi Bak WWG
- Bentuk persegi panjang
- $A = P \times L \rightarrow P : L = 3 : 1$

$$7 = 3L \times L$$

$$1411 = (3L)^2$$

$$L = \sqrt{\frac{1411}{3}}$$

$$L = 22 \text{ m} \quad p = 3L = 3(22) = 66 \text{ m}$$

❖ **Penggunaan Tanaman**

• **Cattail**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai tanaman maka, dalam 1 kg tanaman diameter yang dimiliki adalah 250 cm (Ria Merlita, 2014).

- Perhitungan luas lahan = panjang x lebar
= 17 m x 22 m
= 374 m
- Perhitungan tanaman = $\frac{374}{2,5} = 150$ kg tanaman Cattail.

• **Kala Lili**

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 50 cm. 1 kg tanaman dapat memuat 5 tangkai. 1 kg tanaman memiliki diameter 250 cm (Ria Merlita, 2014).

- Perhitungan lahan persegi panjang = 17 m x 22 m
= 374 m²
- Perhitungan tanaman = $\frac{374 \text{ m}}{2,5 \text{ m}}$
= 150 kg tanaman kala lili

- Seroja/lotus

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 75 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 5 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 375 cm (Ria Merlita, 2014)

- Perhitungan luas lahan persegi panjang = 17 m x 22 m
= 374 m²

- Perhitungan tanaman = $\frac{374 \text{ m}}{3,75 \text{ m}}$
= 101 kg tanaman seroja

- Bambu air

Total diameter bunga dan jarak yang digunakan adalah 2 -3 cm. 1 kg tanaman ini dapat memuat 10 tangkai tanaman. 1 kg tanaman seroja memiliki diameter 120 cm (Sutyasmi dkk, 2013)

- Luas lahan persegi panjang
= 17 m x 22 m
= 374 m²

- Perhitungan tanaman
= $\frac{374 \text{ m}}{1,2 \text{ m}}$
= 311 kg

- Bak Pengontrol

- Q = 0,098 m³/dtk

- Td = 15 menit = 900 detik

- Kapasitas bak pengontrol = 15%

P : L = 1 : 1

Kapasitas bak pengontrol = 0,15 x 0,098 m³/detik
= 0,0147 m³/detik

- Vd = Q x Td
= 0,0147 m³/detik x 900 detik
= 13,23 m³

- Asumsi tinggi (H) = 3 m
- Volume = $P \times L \times H$
 $13,23 = L^2 \times 1$
 $L^2 = 6,6$
 $L = 2$
 $P = 2$
 $H = 1$

Tabel 5.55 Detail Bak Waste Water Garden

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Waste Water Garde	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	2 hari	-
	Panjang (P)	66 m	-
	Lebar (L)	22 m	-
	Kedalaman (H)	1 m	-
	Luas (A)	1411 m ²	-
	Volume	4234 m ³	-
	Tebal Media	2,5 m	-
Tanaman WWG	P	17 m	Cattail Kalla Lili
	L	22 m	
	Berat	150kg	
	P	17 m	Kalla Lili Seroja/Lotus
	L	22 m	
	Berat	150 kg	
	P	17 m	Seroja/Lotus
	L	22 m	
	Berat	101 kg	
	P	17 m	Bambu Air
	L	22 m	
	Berat	311 kg	
Bak Pengontrol	Dinding Bak	20 cm	- Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	15 menit	-
	Tinggi (H)	1 m	-
	Lebar (L)	2 m	-
	Panjang (P)	4,5 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Luas (A)	9 m ²	-
	Volume	13 m ³	-

(sumber : Hasil perhitungan, 2018)

E. Bak Klorinasi

Tabel 5.56 Kriteria Desain Bak Klorinasi

Komponen	Kriteria	Satuan
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Gas Klor (Cl ₂)	>90	
Sodium Hipoklorit (NaOCl)	>15	%
Kaporit mengandung klor	60 – 70	%

(Sumber : SNI 6774, 2008)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (td) : 10 menit dengan efisiensi removal 92% *E.Coli*

(Busyairi, 2014)

- Tinggi (h) : 2,5 m

❖ **Valume bak**

- V bak = Q x td
 $= 0,098 \text{ m}^3/\text{detik} \times 600 \text{ detik}$
 $= 58,8 \text{ m}^3/\text{detik}$

- Luas = $\frac{v}{h}$
 $= \frac{58,8}{2,5} = 23,52 \text{ m}^2$

❖ **Dimensi bak**

- Bentuk persegi panjang

- A = P x L → P : L = 2 : 1

$$23,52 = 2L \times L$$

$$23,52 = (2L)^2$$

$$L = \sqrt{\frac{23,52}{2}}$$

$$L = 3,4 \text{ m} \quad P = 2 L = 2 (3,4) = 7 \text{ m}$$

Dibutuhkan :

- Kaporit yang mengandung klor = 60%
- Konsentrasi yang diinginkan = 5%
- Dosis klor = 1,3 mg/l
- Berat jenis 1,2 kg/l
- $Q = 98 \text{ L/detik}$
- Kebutuhan klor = $98 \text{ l/dtk} \times 1,3 \text{ mg/l}$
= 127,4 mg/dtk = 11 kg/hari
- Kebutuhan klor per tahun = $30 \text{ hari} \times 11 = 330 \text{ kg/bulan}$
- Volume klor = $\frac{\text{kebutuhan klor 1 hari}}{\text{berat jenis klor}}$
= $\frac{11 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}} = 9,1 \text{ L/hari} = 0,0091 \text{ m}^3/\text{hari}$

❖ Bak pengaduk klor

$$- V_{Ca(OCl)_2} = \frac{\text{kebutuhan Ca (OCl)}_2}{\rho \cdot Ca(OCl)_2} = \frac{11 \text{ kg/hari}}{1,2 \text{ kg/l}} = 9,1 \text{ l/hari} \rightarrow 0,0091 \text{ kg/hari}$$

$$V_{\text{pelarut air untuk chlorin}} = 10\%$$

$$- V_p = \frac{0,9}{0,1} \times 0,0091 \text{ m}^3$$

$$= 0,0819 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume pengaduk klorinasi yaitu } 0,1 + 0,0819 = 0,2$$

❖ Dimensi bak pengaduk klor, berbentuk persegi panjang

$$- \text{Direncanakan } H = 0,2 \text{ m}$$

- Luasan bak

$$- A = \frac{V}{H} = \frac{0,09 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m}} = 0,3 \text{ m}^2$$

$$- A = P \times L \rightarrow P = 2L$$

$$= 2L \times L$$

$$0,3 \text{ m}^2 = 2L^2$$

$$L = 0,2 \text{ m} \rightarrow P = 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m}$$

- Bak pengaduk menggunakan *baffle perforated*, dengan diameter lubang sebesar 0,05 m
- Luas permukaan baffle = $A_{baffle} = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$
- Luas setiap lubang
- $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$
- $A = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,05^2$
 $= 0,002 \text{ m}^2$
- Luas keseluruhan lubang
- $A = 50\% \times 0,25 \text{ m}^2$
 $= 0,125 \text{ m}^2$
- Jumlah lubang (n)
- $n = \frac{A_{tot}}{A_{lub}} = \frac{0,125 \text{ m}^2}{0,002 \text{ m}^2} = 62 \text{ lubang}$
- Jarak antar lubang
- Horizontal
- Direncanakan terdapat 4 baris, dengan $h = 1 \text{ m}$
- $D_{lubang} \times n = 0,05 \text{ m} \times 62 = 3,1 \text{ m}$
- Jarak antar lubang = $\frac{1 \text{ m} - 3,1 \text{ m}}{62 + 1} = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$
- Debit tiap lubang
- $Q_{lubang} = \frac{0,098 \text{ m}^3 / \text{dtk}}{4} = 0,02 \text{ m}^3 / \text{dtk}$

Tabel 5.57 Detail bak Khlorinasi

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak Khlorinasi	Dinding Bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu Tinggal (Td)	10 menit	-
	Tinggi (H)	2,5 m	-
	Panjang (P)	7 m	-
	Lebar (L)	3,4 m	-
	Freeboard	0,75 m	-
	Luas (A)	23,52 m ²	-
	Volume	58,8 m ³	-
Bak Pengaduk	Dinding Bak	15 cm	Terbuat dari beton
	Tinggi (H)	0,2 m	-
	Panjang (P)	0,4 m	-
	Lebar (L)	0,2 m	-
	Luas (A)	0,3 m ²	-
	Volume	0,1 m ³ /hari	-
	Kebutuhan Khlor	11 kg/hari	-
	A Baffle	0,5 m x 0,5 m	-
	Jumlah Lubang	62	Buah
	Qlubang	0,02 m ³ /dtk	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

F. Kolam indikator

Tabel 5.58 Kriteria Desain Kolam Indikator

Komponen	Kriteria	Satuan
Td (waktu tinggal)	0,5 – 3	Jam
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
P : H	3 : 1 – 5 : 1	m
Kedalaman (H)	1,5 – 3	m
Freeboard	<0,3	M

(Sumber : Pedoman teknis IPAL, 2011)

❖ **Direncanakan :**

- Waktu detensi (Td) = 40 menit
- Tinggi bak = 2 m

❖ **Perhitungan :**

- $V = Q \cdot Td$

$V = 0,098 \text{ m}^3/\text{dtk} \times 2400 \text{ dtk} = 235 \text{ m}^3$

- Luas bak pengumpul

- $A = \frac{\text{volume}}{h} = \frac{235 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 118 \text{ m}^2$

- Dimensi bak

- Bentuk persegi panjang

- $A = P \times L \rightarrow P : L = 2 : 1$

$118 = 2L \times L$

$118 = (2L)^2$

$L = \sqrt{\frac{118}{2}}$

$L = 7,6 \text{ m}$

$P = 2L = 2 (7,6) = 15,2 \text{ m}$

Tabel 5.59 Detail Kolam Indikator

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak khlorinasi	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (Td)	40 menit	-
	Tinggi (H)	2 m	-
	Panjang (p)	15,2 m	-
	Lebar (L)	7,6 m	-
	Freeboard	0,6 m	-
	Luas (A)	118 m ²	-
	Volume	235 m ³	-

(Sumber : Hasil perhitungan, 2018)

G. Bak Penampungan Lumpur

Table 5.60 Kriteria Desain Bak Penampungan Lumpur

Komponen	Kriteria	Satuan
Tebal lapisan lumpur	200 – 300	mm
P : L	2 : 1 – 6 : 1	m
Tebal lapisan media pasir	230 – 300	mm
Tebal lapisan gravel	150 – 300	mm
<i>Uniformity coefficien</i>	≤ 4	
<i>Effective size</i>	0,3 -0,75	mm
<i>Slope lateral drainage line</i>	>1%	%
Jarak antar lateral line	2,5 – 6	mm
Kecepatan dalam pipa	≤ 0,75	m/s
Waktu pengeringan	5 – 15	hari
Kelembaban	± 60	%
<i>Sludge loading rate</i>	58,5 – 97,6	kg/m ² tahun

(Sumber : Qosim, 1985)

❖ **Direncanakan :**

- **Tebal lapisan media : 430 mm**
 - **Media Pasir = tebal 250 mm, ϕ 0,6**
 - **Lapisan Krikil = tebal 80 mm untuk ϕ 3,2 dan tebal 100 mm untuk ϕ 9,5 mm.**
- **Waktu pengeringan = 6 hari**
- **Kondisi ouput lumpur dari unit sedimentasi**
 - **Kadar air = 90%**
 - **Kadar solid = 10%**
 - **Volume lumpur : 16,43 m³/hari**
 - **Kadar air pada cake sludge : 75%**
 - **Ketebalan cake sludge : 0,3 m**
 - **1 unit sludge dry bed terdiri 2 cell**
 - **Volume cake dari solid (Vi) = $\frac{V_{total} (1-p)}{1-p_i}$**

$$= \frac{16,43 (1-0,9)}{1-0,75}$$

$$= 6,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$
 - **Volume cake kering setiap cell = 3,64 m³/hari**
 - **Total volume cake kering = 6,5 x 2 = 13 m³/hari**
 - **Luas permukaan cell = $\frac{13 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 43 \text{ m}^2$**
- **Maka dimensi bangunan :**
 - **Perbandingan = P : L = 3 : 1**

$$A = 3L \times L^2$$

$$43 \text{ m}^2 = 3 L^2$$

$$L = \sqrt{\frac{43}{3}}$$

$$L = 3,7 \text{ m} \qquad P = 3L = 3(3,7) = 11 \text{ m}$$
 - **Volume bed = 16,43 m³/hari x 6 hari = 98 m³**
 - **Kedalaman air = $\frac{(98-0,3) \text{ m}^3}{(6 \times 11 \text{ m}) \times (2 \times 3,7 \text{ m})} = 0,2 \text{ m}$**

jadi dimensi cell di sludge drying bed sebagai berikut :

- Panjang = 11 m
- Lebar = 3,7 m
- Kedalaman = 0,2 m
- Dimensi bed = P = 6 x 11 = 66 m
L = 2 x 3,7 = 7,4 m
Kedalaman = 0,43 + 0,3 + 0,2 = 1 m
Freeboard 30% = 0,3 x 1,2 = 0,40 m
- Underdrain
Komponen ini berfungsi sebagai menampung air dari pemisahan lumpur dan air. Letak underdrain terletak dibawah media kerikil. Underdrain berupa pipa dengan perforasi
 - Volume air/hari = $V_{\text{sludge}} \times 90\% - V_{\text{lumpur kering}} \times 60\%$
= $16,43 \text{ m}^3/\text{hari} \times 90\% - 13 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60\%$
= $6,9 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Direncanakan kecepatan air dalam pipa = 0,5 m/detik
 - Luas pipa = $\frac{6,9 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,5 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 1,597 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
 - ϕ pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 1,597 \times 10^{-4}}{3,14}} = 0,014 \text{ m} = 14 \text{ mm} \rightarrow 22 \text{ mm}$ ukuran pipa yang ada.
- Pipa inlet
- Direncanakan kecepatan pada pipa = 0,6 m/detik
- Luas pipa = $\frac{6,9 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,6 \text{ m/detik} \times 86400 \text{ detik/hari}} = 1,33 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- Diameter pipa = $\sqrt{\frac{4 \times 1,33 \times 10^{-4}}{3,14}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ mm}$

Tabel 5.61. Rincian Bak Sludge Drying Bed

Unit	Komponen	Ukuran	Keterangan
Bak sludge drying bed	Dinding bak	20 cm	Terbuat dari beton
	Waktu tinggal (td)	6 hari	-
	Kedalaman	1,3 m	-
	Panjang (p)	66 m	-
	Lebar (l)	7,4 m	-
	Freeboard	0,3 m	-
	Volume bed	98 m ³	-
Media	Pasir	250 mm	Ø 0,6 mm
	Kerikil	80 mm	Ø 3,2 mm
	Kerikil	100 mm	Ø 9,5 mm
Dimensi cell	Panjang (p)	11 m	-
	Lebar (l)	3,7 m	-
	Kedalaman	0,2 m	-
	Total cell	2 buah	-
Underdrain	Volume air	6,9 m ³	-
	Luas pipa	1,597 x 10 ⁻⁴ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-
	Kecepatan air dalam pipa	0,5 m/detik	-
Pipa inlet	Kecepatan air dalam pipa	0,6 m/detik	-
	Luas pipa	1,33 x 10 ⁻⁴ m ²	-
	Diameter pipa	22 mm	-

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

5.11 Profil Hidrolis

5.11.1 Profil Hidrolis IPAL Anaiwoi

a. **Bar screen menuju bak equalisasi**

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,055}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 1,75 \text{ m/detik}$$

$$- H_L = f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g$$

$$= 0,026 \times \frac{1}{2} \times \frac{1,75^2}{(2 \times 9,81)}$$

$$= 0,01 \text{ m}$$

b. **Bak equalisasi menuju bak sedimentasi**

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,055}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 1,75 \text{ m/detik}$$

$$- H_L = f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g$$

$$= 0,026 \times \frac{1}{0,2} \times \frac{1,75^2}{(2 \times 9,81)}$$

$$= 0,01 \text{ m}$$

c. **Bak Sedimentasi Menuju Bak Waste Water Garden**

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

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

$$\text{Panjang Pipa} = 4 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,055}{4/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 1,75 \text{ m/detik}$$

$$- H_L = f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g$$

$$= 0,026 \times \frac{4}{0,2} \times \frac{1,75^2}{(2 \times 9,81)}$$

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

d. Bak Waste Water Garden menuju bak Khlorinasi

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,055}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 1,75 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{0,2} \times \frac{0,055^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Bak Khlorinasi menuju bak Kolam Indikator

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,055}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 1,75 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{3}{2} \times \frac{1,75^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5,62 Kehilangan Tekanan

No	Arah Aliran	HL (m)
1	Bar screen – Bak equalisasi	0,01
2	Bak equalisasi – Bak sedimentasi	0,01
3	Bak sedimentasi – Bak <i>Waste Water Garden</i>	0,04
4	Bak <i>Waste Water Garden</i> – Bak Khlorinasi	0,01
5	Bak Khlorinasi – Kolam Indikator	0,01

(Sumber: Hasil Pengamatan, 2018)

5.11.2 Profil Hidrolis IPAL Wowunggu

a. **Bar screen menuju bak equalisasi**

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

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,1 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - \quad H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{2} \times \frac{3,1^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$

b. **Bak equalisasi menuju bak sedimentasi**

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

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,1 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - \quad H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{2}{2} \times \frac{3,1^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,012 \text{ m} \end{aligned}$$

c. **Bak Sedimentasi menuju Waste Water Garden**

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - \quad H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{0,2} \times \frac{3^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Bak Waste Water Garden menuju bak Khlorinasi

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

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,1 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{2,5}{2} \times \frac{3,1^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,015 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Bak Khlorinasi menuju bak Kolam Indikator

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

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,1 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{3}{2} \times \frac{3,1^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,019 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.63 Kehilangan Tekanan

No	Arah Aliran	HL (m)
1	Bar screen – Bak equalisasi	0,06
2	Bak equalisasi – Bak sedimentasi	0,012
3	Bak sedimentasi – Bak <i>Waste Water Garden</i>	0,03
4	Bak <i>Waste Water Garden</i> – Bak Khlorinasi	0,015
5	Bak Khlorinasi – Kolam Indikator	0,019

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2018)

5.11.3 Profil Hidrolis IPAL Pobenka

a. **Bar screen menuju bak equalisasi**

$$Q = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,098}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,12 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{2} \times \frac{3,12^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

b. **Bak Equalisasi Menuju Bak Sedimentasi**

$$Q = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,098}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,12 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{0,2} \times \frac{3,12^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

c. **Bak Sedimentasi Menuju Bak Waste Water Garden**

$$Q = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 4 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,098}{4/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 0,7 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{4}{0,2} \times \frac{0,7^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Bak Waste Water Garden menuju bak Khlorinasi

$$Q = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,098}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,12 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{1}{0,2} \times \frac{3,12^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Bak Khlorinasi menuju bak Kolam Indikator

$$Q = 0,098 \text{ m}^3/\text{detik}$$

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

$$\text{Panjang Pipa} = 1 \text{ m}$$

$$- V = \frac{Q}{A} = \frac{0,098}{1/4 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2} = 3,12 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} - H_L &= f \cdot L/D \cdot V^2/2 \cdot g \\ &= 0,026 \times \frac{3}{2} \times \frac{3,12^2}{(2 \times 9,81)} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5,64 Kehilangan Tekanan

No	Arah Aliran	HL (m)
1	Bar screen – Bak equalisasi	0,03
2	Bak equalisasi – Bak sedimentasi	0,03
3	Bak sedimentasi – Bak <i>Waste Water Garden</i>	0,06
4	Bak <i>Waste Water Garden</i> – Bak Khlorinasi	0,03
5	Bak Khlorinasi – Kolam Indikator	0,03

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2018)

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

1. Lokasi Perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan metode *waste water garden* di Kecamatan Kadia adalah kelurahan Anaiwoi, Kelurahan Wowanggu dan Kelurahan Bende.
2. Desain perencanaan IPAL di kecamatan Kadia ini menggunakan metode *Waste Water Garden* dengan menggunakan tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*), Kala lili , Lotus (*Nelumbo Nucifera*) dan Bambu Air (*Equisetum hyemale*).
3. Perencanaan IPAL ini mampu menurunkan kadar pencemaran pada air limbah dengan konsentrasi TSS 250 mg/l menjadi 26,4 mg/l (89,44 %), BOD 230 mg/l menjadi 16 mg/l (93,04 %), COD 263 mg/l menjadi 28 mg/l (89,35 %) dan E.Coli 13×10^3 menjadi 260 MPN/100 ml (95 %).

6.2 Saran

1. Apabila kedepannya IPAL ini dibangun, sangat diharapkan agar ada perhatian khusus dari pemerintah setempat, baik dari sisi perawatan unit pengolahan maupun pengelolaan IPAL ini.
2. Perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat tentang pengendalian air limbah dan tentang IPAL ini sendiri. Sehingga diharapkan dengan adanya sosialisasi ini masyarakat jadi paham tentang keberlangsungan lingkungan hidup dan ketahan pada IPAL ini sendiri.
3. Apabila IPAL ini beroperasi selama 10 tahun ke depan, perlu adanya evaluasi dari kinerja IPAL dan dapat dilakukan modifikasi yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja IPAL ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi dkk, 2013. "Pengelolaan Air Limbah Domestik komunal Berbasis Masyarakat di Kota Probolingga", ISBN 978-602-17001-1-2.
- Asmadi & Suharmo, 2012. Dasar – Dasar teknologi pengolahan Air Limbah. Gosyen Publishing. Yogyakarta.
- Busyairi dkk, 2016. "Efektivitas Kaporit Pada Proses Klorinasi terhadap Penurunan Bakteri *Coliform* dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda", Vol 23 No 2, juli 2016.
- BPS Kota Kendari, 2016. Kecamatan Kadia Dalam Angka 2015.
- Irawanto Rony, 2010, "Fitoremediasi Lingkungan dalam Taman Bali", Vol 2 No 4, ISSN : 2086-3764, halaman 29 – 35.
- Lestari dkk, 2008. "Pengaruh Penambahan Biosida Pengoksidasi Terhadap Kandungan Klorin untuk Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme pada air pendingin sekunder RSG – Gas. Pusat Reaktor Serba Guna Batan Kawasan PUSPITEK Serpong, Tangerang, Banten".
- PDAM Kota Kendari, 2016, " Tentang Data Pelayanan dan Distribusi Air Bersih"
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 15 Tahun 2014, Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Samsuhadi, 2012. "Tata Cara Pemilihan Lokasi IPLT dan IPAL dengan Menggunakan Sistem Skor. Hal 157 – 168.

- Sungkowo dkk, 2015. "Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu menggunakan tanaman *Typha Latifolia* dan *Eceng Gondok* dengan metode Fitoremediasi", JOM FTEKNIK Volume 2 No 2.
- Surya dkk 2015. "Perencanaan Pengolahan Limbah Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta". ISBN 978-602-71228-3-3.
- Steffany dkk., 2013. "Fitoremediasi Phospat Dengan Menggunakan Tumbuhan *Eceng Gondok* Pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian", Jurnal Reka Lingkungan - 2 Vol 1 no 1.
- Garbisu C Alkorta, 2001 "*Phytoextraction a cost efektifitas plant-based technology for the removal of metals from the enviroment, Biores, Technol*".
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief. 2010. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta, penerbit ; ANDI Offset.
- Metcalf dan Eddy*, 2003, Wastewater Treatment plants, McGrawHill, New York.
- Notoadmojo S, 2003, Pendidikan dan Perilaku Kesehatan Jakarta: PT Riniika Cipta.
- Soeperman dan Suparmin, 2002. "Pembuangan Tinja dan Limbah Cair", Jakarta, Penerbit ; Buku Kedokteran EGC.
- Karyadi, Lukman. 2010. "Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Di RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo". Kota Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Pendidikan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Dan Ekonomi. Universitas Negeri Yogyakarta.

Melita, Ria. 2014. "Desain Waste Water Garden Untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Komunal Di Perumahan Nusantara Permai Sukabumi Bandar Lampung". Skripsi. Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Malahayati Bandar Lampung.

Uluwiyah Siti, 2014."Fitoremediasi Limbah Cair Domestik Untuk Penyediaan Sumber Baku Air Minum". Skripsi. Program Studi Biologi. Fakultas Ilmu Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pendidikan Indonesia.

Anonim, 2012 Pedoman Teknis IPAL, Diakses Pada tanggal 23 November 2017.

SNI 6774 Tahun 2008, Tentang Tata Cara Pelaksanaan Unit Paket Instalasi Pengolah Air.

www.waste_water_garden_indonesia.com

L

A

M

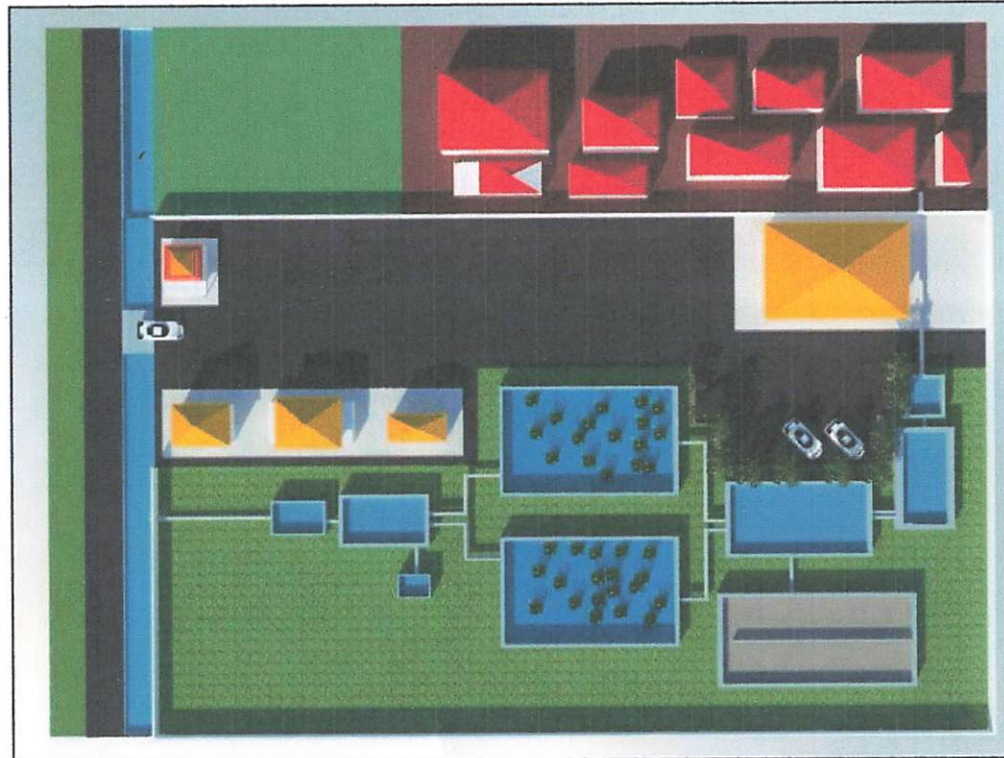
P

I

R

A

N



SKRIPSI



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN INSTITUTEK
TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

SITE PLANT IPAL
PERENCANAAN IPAL
DOMESTIK KOMUNAL DI
KECAMATAN KADIA, KOTA
KENDARI

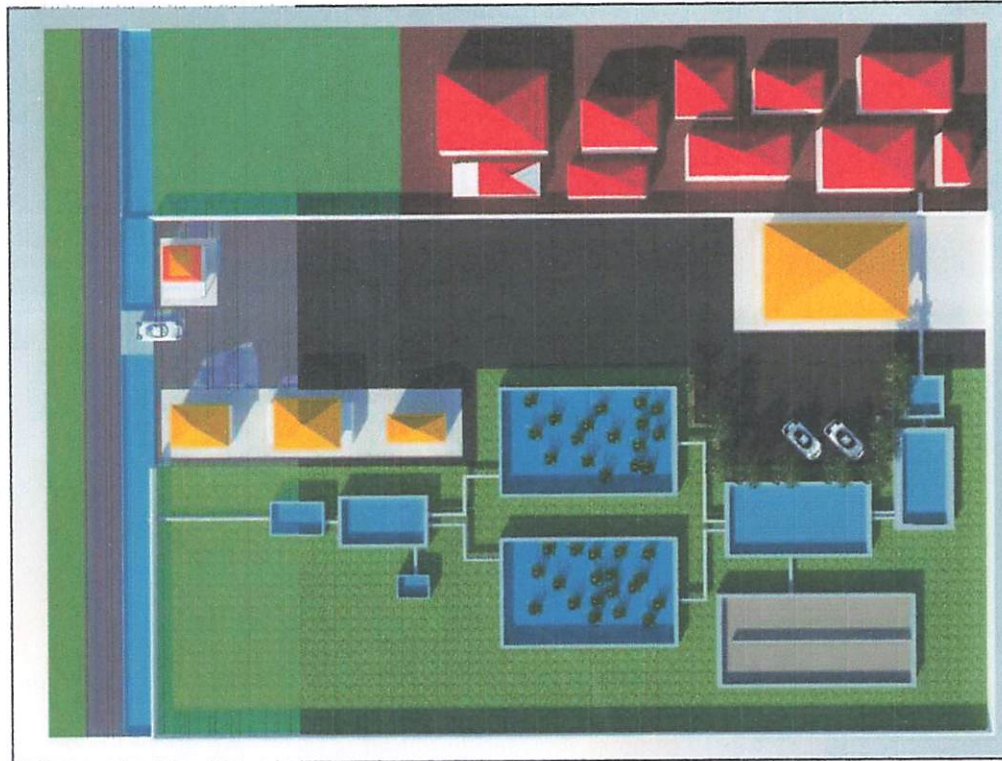
SITE PLANT IPAL ANAIWOI

Rizki Andhika Putra
1326005
Teknik Lingkungan

Diperiksa oleh::

Dr. Ir. Hery
Setyobudiarso,
M.Si

Sudiro, ST., MT



SKRIPSI



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN ISNTITUT
TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

SITE PLANT IPAL
PERENCANAAN IPAL
DOMESTIK KOMUNAL DI
KECAMATAN KADIA, KOTA
KENDARI

SITE PLANT IPAL
WOWANGGU

Rizki Andhika Putra
1326005
Teknik Lingkungan

Diperiksa oleh :

Dr. Ir. Hery
Setyobudiarso,
M.Si

Sudiro, ST., MT



SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN NASIONAL
TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

SITE PLANT IPAL
PERENCANAAN IPAL
DOMESTIK KOMUNAL DI
KECAMATAN KADIA, KOTA
KENDARI

SITE PLANT IPAL POBENKA

Rizki Andhika Putra
1326005
Teknik Lingkungan

Diperiksa oleh :

Sudro, ST., MT

Dr. Ir. Heri
Seyubandono,
M.Si

