ANALISIS DIMENSI *CONSTRUCTED WETLANDS* UNTUK PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DESA KUTA PADANG KABUPATEN ACEH BARAT

Satu Tugas Akhir
Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-Syarat
Yang Diperlukan Untuk Memperoleh
Ijazah Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

AMMATUL FIRDAUSA

Nim : 1805903020048

Bidang : Hidroteknik

Jurusan : Teknik Sipil

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR

ALUE PEUNYARENG - ACEH BARAT

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI *CONSTRUCTED WETLANDS* UNTUK PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DESA KUTA PADANG KABUPATEN ACEH BARAT

Oleh:

Nama Mahasiswa	: Ammatul Firdausa
Nomor Induk Mahasiswa	: 1805903020048
Bidang Studi	: Hidroteknik
Jurusan	: Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 17 Juni 2022

Disetujui Oleh,
Pembimbing

CUT SUCIATINA SILVIA, S.T, M.T.
NIP. 198206052021212022

Diketahui/Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik	A.n Ketua Jurusan Teknik Sipil Sekretaris Jurusan
Dr. Ir. M. ISYA, M.T. **NIP. 19620411989031002**	**MUHAMMAD IKHSAN, S.T, M.T.** **NIP. 198111272021211002**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI *CONSTRUCTED WETLANDS* UNTUK PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DESA KUTA PADANG KABUPATEN ACEH BARAT

Oleh:

Nama Mahasiswa	: Ammatul Firdausa
Nomor Induk Mahasiswa	: 1805903020048
Bidang Studi	: Hidroteknik
Jurusan	: Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 17 Juni 2022

Disetujui Oleh,

Penguji I	Penguji II
MUHAMMAD IKHSAN, S.T, M.T	**MEYLIS SAFRIANI, S.T, M.T**
NIP. 198111272021211002	**NIP. 1990050120180320001**

Disetujui Oleh, Pembimbing	Diketahui/Disahkan Oleh, A.n Ketua Jurusan Teknik Sipil Sekretaris Jurusan
CUT SUCIATINA SILVIA, S.T, M.T.	**MUHAMMAD IKHSAN, S.T, M.T.**
NIP. 198206052021212022	**NIP. 198111272021211002**

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan karunia-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul "Analisis Dimensi *Constructed Wetlands* Untuk Pengelolaan Air Limbah Domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat", ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi syarat-syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar Aceh.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak terutama dari Pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Ibu Cut Suciatina Silvia, S.T, M.T, sebagai pembimbing.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Dr. Ir. M. Isya, M.T;
2. Ibu Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Lissa Opirina, S.T, M.T dan Bapak Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Muhammad Ikhsan, S.T, M.T;
3. Bapak Pembahas I, Muhammad Ikhsan, S.T, M.T dan Ibu Pembahas II, Meylis Safriani, S.T, M.T yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini;
4. Tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar yang telah mendidik dan mengajar berbagai disiplin ilmu kepada penulis;

5. Ayahanda Syamsuarnis, Ibunda Gustina, dan Popo Widya Suarni beserta keluarga besar tercinta yang telah banyak mengorbankan finansial dan selalu memberikan semangat dan motovasi serta do'a kepada penulis;
6. Kepada Rekan-rekan saya seperjuangan angkatan 2018, senior dan junior Teknik Sipil yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.
7. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

Akhirnya kepada Allah S.W.T jugalah penulis berserah diri, karena tiada daya dan upaya kita tanpa ada kehendak-Nya.

Meulaboh, 17 Juni 2022

Penulis

Ammatul Firdausa
NIM. 1805903020048

ANALISIS DIMENSI *CONSTRUCTED WETLANDS* UNTUK PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DESA KUTA PADANG KABUPATEN ACEH BARAT

Oleh :
Nama : Ammatul Firdausa
Nim : 1805903020048

Komisi Pembimbing :
Cut Suciatina Silvia, S.T, M.T

ABSTRAK

Air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. *Grey water* bersumber dari hasil proses cucian dan kamar mandi, yang di Indonesia biasanya tidak diolah tetapi langsung dibuang ke drainase atapun badan air penerima yang akan menjadi salah satu penyebab pencemaran pada sumber-sumber air baku. Di Kabupaten Aceh Barat yaitu di Desa Kuta Padang masih banyak masyarakat yang membuang air limbah *grey water* langsung ke drainase, dikarenakan pengolahan air limbah di Desa Kuta Padang masih belum memadai. *Constructed Wetlands* (CWs) adalah lahan basah buatan, yang berfungsi untuk pemurniaan air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah *eco-system*. Konsep CWs dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah domestik dengan sistem fitoremediasi menggunakan tanaman/tumbuhan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi CWs yang berguna sebagai alat untuk mengolah air limbah domestik yang dapat digunakan oleh masayarakat untuk skala rumah tangga. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan adalah data primer yaitu sampel air limbah *greywater* domestik di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat. Serta data sekunder seperti, lokasi/*layout*, peta Kabupaten Aceh Barat, data kependudukan Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat dan data pemakaian air bersih. Perhitungan dimensi CWs menggunakan metode Crites & Tchobanoglous. Hasil penelitian terhadap analisis dan perencanaan dimensi *constructed wetlands* untuk pengelolaan air limbah domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat antara outlet buangan air limbah ke CWs diperoleh, bak pengumpul sebanyak 1 unit dengan ukuran 0.70m x 0.70m x 1.3m, pipa yang digunakan dengan diameter 22 mm dan panjang pipa yang digunakan 4 m dan 1 m, *Constructed Wetlands* sebanyak 1 unit dengan ukuran 9,5m x 0,30m x 0,30m.

Kata kunci : Air Limbah**,** *Grey water*, *Constructed wetlands*, Crites & Tchobanoglous

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR……..i
PRAKATA…….iii
ABSTRAK……..v
DAFTAR ISI…….....vi
DAFTAR GAMBAR……..……....viii
DAFTAR TABEL…….……..…..ix
DAFTAR LAMPIRAN A…….……x
DAFTAR LAMPIRAN B…….……...….xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian..... 3
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian..... 4
1.6 Hasil Penelitian..... 5
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN 6
2.1 Air Limbah Domestik..... 6
2.2 Karakteristik Air Limbah 7
2.3 Dampak Air Limbah..... 10
2.4 Fitoremediasi dengan Konsep Constructed wetlands..... 11
2.5 Constructed wetlands..... 12
2.5.1 Constructed wetlands dengan free water surface system (FWS).... 13
2.5.2 Constructed wetlands dengan sub-surface flow systems (SSF)..... 13
2.6 Perhitungan Desain Constructed Wetlands 14
2.6.1 Analisis *constructed wetlands* metode crites & tchobanoglous..... 14
2.6.2 Analisis constructed wetlands metode reed 16
2.7 Proyeksi Penduduk 17
2.8 Kehilangan Tekanan (*Head Losses)*..... 18

2.9 Debit Pemakaian Air Bersih 19
2.10 Penelitian Terdahulu 20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Lokasi Penelitian 23
3.2 Waktu Penelitian 24
3.3 Metode Pengumpulan Data 24
3.3.1 Data primer 24
3.3.2 Data sekunder 25
3.4 Prosedur Penelitian 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Proyeksi Jumlah Penduduk 28
4.2 Karakteristik Limbah Domestik 30
4.2.1 Kualitas Limbah Domestik 30
4.2.2 Kuantitas Limbah Domestik 32
4.3 Penetapan Unit dan Kriteria Desain 32
4.4 Perhitungan Dimensi Pengelolaan Air Limbah Domestik 33
4.4.1 Dimensi Bak Pengumpul 33
4.4.2 Dimensi Constructed Wetlands (CWs) 35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 40
LAMPIRAN 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Free Water Constructed Wetlands* ……13
Gambar 2.2 *Sub-Surface Constructed Wetlands* ……..14

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik ……..……6
Tabel 2.2 Koefisien Temperature Untuk Konstanta Laju Untuk Desain Tta Tipe Ssf Dengan Moted Read ……16
Tabel 2.3 Koefisien Kekasaran Pipa Hazen Williams ……..19
Tabel 2.4 Pemakaian Air Bersih ……...20
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Desa Kuta Padang Tahun 2017-2021 …….28
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Desa Kuta Padang Tahun 2017-2021…. ……29
Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Kolerasi (r) ……...…….29
Tabel 4.4 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Awal *Greywater* ……...30
Tabel 4.5 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Eceng Gondok …….……...31

DAFTAR LAMPIRAN A

Lampiran A.1.1 Kondisi outlet air limbah *greywater* di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat 42
Lampiran A.1.2 Kondisi fisik air limbah *greywater* di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat 42
Lampiran A.3.1 Diagram Alir Penelitian 43
Lampiran A.3.2 Peta Kabupaten Aceh Barat 44
Lampiran A.3.3 Peta Lokasi/*Layout* Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barar ……....45
Lampiran A.4.1 Denah Desain Sistem Pemipaan CWs 46
Lampiran A.4.2 Potongan Desain Sistem Pemipaan CWs.....47

DAFTAR LAMPIRAN B

Lampiran B.4.1 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Awal *Greywater* Sebelum *Fitoremediasi* 48
Lampiran B.4.2 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Awal *Greywater* Sebelum *Fitoremediasi* 48
Lampiran B.4.3 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Eceng Gondok 9 Hari… 50
Lampiran B.4.4 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Wlingen 9 Hari..... 51
Lampiran B.4.5 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Pandan 9 Hari..... 52
Lampiran B.4.6 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Wlingen 9 Hari..... 53
Lampiran B.4.7 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Eceng Gondok 10 Hari..... 54
Lampiran B.4.8 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* Dengan *Fitoremediasi* Tanaman Kangkung Air 10 Hari… 55

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Limbah cair domestik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu grey water dan black water. *Grey water* bersumber dari hasil proses cucian dan kamar mandi, yang di Indonesia biasanya tidak diolah tetapi langsung dibuang ke drainase atapun badan air penerima. Sedangkan *black water* yang bersumber dari tinja pada umumnya ditampung dalam tangki septik (Menteri Lingkungan Hidup, 2016).

Pencemaran lingkungan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat. Peningkatan jumlah penduduk di perkotaan berdampak pada meningkatnya pemakaian air minum atau air bersih yang berdampak pada peningkatan jumlah air limbah domestik serta keterbatasan akan sarana sanitasi yang kurang baik yang menyebabkan pencemaran air semakin meningkat. Penurunan Kualitas air yang disebabkan oleh limbah domestik memberikan kontribusi pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran ini terjadi karena tidak adanya sistem pengolahan, tetapi air limbah yang langsung di alirkan ke badan air.

Di Indonesia sampai saat ini buangan air limbah dari WC dialirkan ke tangki septik, sedangkan *grey water* (air bekas mandi, cuci dan dapur) yang volumenya sekitar 75% dari air limbah rumah tangga, umumnya langsung dialirkan ke saluran pembuangan menuju sungai (Sri et al., 2012a). Air limbah domestik inilah yang akan menjadi salah satu penyebab pencemaran pada sumber-sumber air baku. Selain itu keadaan ini juga menurunkan tingkat kesehatan

masyarakat yang mana dapat menimbulkan berbagai penyakit karena sanitasi yang kurang baik dan sistem pengelolaan air limbah/*grey water* yang belum baik.

Di Kabupaten Aceh Barat masih banyak masyarakat yang membuang air limbah *grey water* langsung ke drainase atau langsung ke sungai. Karena pengolahan air limbah di Kabupaten Aceh Barat masih belum memadai. Berdasarkan hasil studi EHRA (*Environmental Health Risk Assessment*) Kabupaten Aceh Barat Tahun 2015 menyatakan bahwa pencemaran karena saluran pembuangan air limbah tidak aman sebesar 50,46%, dimana air limbah skala rumah tangga langsung dialirkan dan dibuang ke saluran tanpa adanya pengolahan dimana akan berdampak ada kesehatan lingkungan dan masyarakat (Pokja Sanitasi, 2015). Kondisi saat ini teridentifikasi bahwa masih banyak rumah tangga di Kecamatan Johan Pahlawan langsung membuang air limbah *greywater* ke saluran drainase dan akan bermuara ke sungai dan laut yang mana akan berdampak pada peningkatan pencemaran kualitas air.

Kondisi air limbah di Kabupaten Aceh Barat tepatnya di Desa Kuta Padang dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.1.1 dan Gambar A.1.2 Halaman 42. Berdasarkan kondisi di atas maka akan berdampak dan berpengaruh terhadap lingkungan masyarakat dan bila bermuara kesungai maka dapat menyebabkan pencemaran dan mempengaruhi kualitas air sungai. Meningkatkan nilai COD dan BOD yang menyebabkan berkurangnya oksigen di dalam air sungai juga dapat menurunkan kualitas air di sungai. Salah satu solusi pengolahan limbah cair domestik yang bisa dilakukan ialah dengan sistem IPAL individual. Pengolahan air limbah secara individual merupakan pengolahan limbah yang terfokus pada satu rumah. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan IPAL domestik yang ramah lingkungan dengan konsep *constructed wetlands.*

Constructed Wetlands adalah lahan basah buatan, yang berfungsi untuk pemurniaan air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah *eco-system*, memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan penguraian mikroba (Buldan et al., 2017). Konsep CWS dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah domestik dengan sistem fitoremediasi menggunakan tanaman/tumbuhan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis

dimensi *constructed wetlands* yang berguna sebagai alat untuk mengolah air limbah/*grey water* domestik yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk skala rumah tangga. Sehingga air limbah/*grey water* domestik tidak langsung dibuang ke drainase atau ke sungai. Perencanaan dimensi *constructed wetlands* ini menggunakan proyeksi penduduk dari tahun 2022-2026.

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian tentang analisis dimensi *constructed wetlands* untuk pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem *fitoremediasi*. Seperti penelitian perencanaan bangunan pengolahan *grey water* rumah tangga dengan lahan basah buatan dan proses pengolahannya. Penelitian dilaksanakan dengan membuat unit pengolahan limbah lahan basah buatan dengan lebar 3 meter dan panjang 1,5 meter, dengan *fitoremediasi* menggunakan tanaman hias jenis *Cyperus alternifolius* dengan sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal (*HSSF-Wetlands*). Berdasarkan sistem pengelolaan tersebut didapatkan kandungan tertinggi dari nilai BOD sebesar 105,2 mg/L (inlet) menjadi 8,2 mg/L (outlet). Nilai TSS tertinggi sebesar 70 mg/L (inlet) menjadi 8 mg/L (outlet). Nilai deterjen tertinggi adalah 56,25 mg/L (inlet) dan menunjukkan hasil setelah pengolahan 1,08 mg/L (outlet) (Qomariyah et al., 2016).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah seberapa besar dimensi *constructed wetlands* untuk pengolahan air limbah rumah tangga domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat dengan menggunakan *fitoremediasi*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya dimensi *constructed wetlands* untuk

pengolahan air limbah rumah tangga domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat dengan menggunakan *fitoremediasi*.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada Desa Kuta Padang Kecamatan Johan Pahlawan Kabupaten Aceh Barat;
2. Tanaman yang digunakan sebagai media fitoremediasi adalah tanaman/tumbuhan air (berdasarkan hasil dari rekan sesama peneliti);
3. Air limbah yang dikaji adalah air limbah *grey water* yang berasal dari air limbah domestik;
4. Parameter yang diteliti adalah BOD, COD, Suhu, pH dan TSS;
5. Konsep *constructed wetlands* yang digunakan pada penelitian ini adalah *sub surface flow* (SSF).
6. Perhitungan dimensi CWs untuk skala rumah tangga yaitu 1 (satu) rumah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diambil dari latar belakang diatas sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagaimana cara untuk menerapkan pengelolaan air limbah domestik menggunakan konsep CWs.
2. Memberikan informasi mengenai bagaimana kualitas air limbah domestik hasil pengelolaan dari konsep CWs yang ramah terhadap lingkungan.
3. Penelitian ini dapat menjadi acuan ataupun pertimbangan dalam pembangunan pengelolaan air limbah domestik ke depannya.

1.6 Hasil Penelitian

Hasil penelitian terhadap analisis dan perencanaan dimensi *constructed wetlands* untuk pengelolaan air limbah domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat antara outlet buangan air limbah ke CWs diperoleh, bak pengumpul sebanyak 1 unit dengan ukuran 0.70 m x 0.70 m x 1.3 m, pipa yang digunakan dengan diameter 20 mm dan panjang pipa yang digunakan 5 m, *Constructed Wetlands* sebanyak 1 unit dengan ukuran 11.25 m x 0.50 m x 0.30 m, dan CWs yang digunakan adalah *Sub-Surface Flow*. Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah setempat agar dapat diterapkan oleh masyarakat.

BAB II
TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air buangan manusia yang berasal dari perumahan, daerah komersial, institut dan fasilitas sejenisnya. *Grey water* adalah limbah cair domestik yang terpisah dengan limbah dari toilet atau *black water*. *Grey water* berasal dari bekas air mandi, air bekas mencuci pakaian baik dari ember-ember cucian maupun dari mesin cuci, dan air bekas aktifitas dapur rumah tangga, gedung-gedung perkantoran maupun sekolah.

Berdasarkan baku mutu air limbah sesuai dengan lampiran Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 tahun 2016, parameter untuk air limbah domestik terdiri dari BOD, COD, TTS, pH seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Suhu	°C	27-29

Sumber : (Menteri Lingkungan Hidup, 2016)

Air limbah *greywater* jika dikelola dengan baik maka akan berpotensi mengurangi tingkat pencemaran air. Berdasarkan beberapa literatur menyatakan bahwa diperkirakan sekitar 60%-85% dari total kebutuhan air bersih akan menjadi air limbah domestik, dimana dari air limbah yang masuk sebagai *greywater* sebesar 75% (Firdayati et al., 2015; Rintayati et al., 2017). Buangan air

dari unit pengolahan limbah merupakan sumber yang harus diperhitungkan dalam masalah kualitas air. Hasil penelitian terdahulu menyebutkan limbah cair tersebut merupakan sumber air kedua yang ada dibadan air (sungai, danau, laut dan sebagainya).

2.2 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik *grey water* dipengaruhi oleh gaya hidup penghuni rumah seperti budaya memasak/makanan, volume penggunaan air, dan jenis bahan-bahan pembersih rumah tangga yang digunakan (Eickson et al., 2002). Berdasarkam persenyawaannya yang terkandung dalam air limbah, maka sifat air dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Sifat fisik, dapat dilihat dengan mata dan dirasakan secara langsung, missal dengan memperhatikan kekeruhan, bau, temperature dan warna air.
    - Kekeruhan, terdiri dari benda kasar yang mengendap atau tidak terlarut dan benda tercampur/tersuspensi. Kekeruhan menunjukkan sifat optis air yang mengakibatkan terbatasnya cahaya yang masuk ke dalam air. Hal ini terjadi karena adanya bahan terapung lumpur yang melayang dan juga terurainya zat-zat tertentu seperti bahan organik.
    - Bau, timbul karena adanya aktivitas mikroorganisme yang menguraikan zat organik atau dari reaksi kimia yang terjadi dan menghasilkan gas tertentu. Pembusukan air limbah merupakan sumber dari bau air limbah (Sugiharto, 1987). Hal ini disebabkan karena adanya zat organik terurai secara tidak sempurna dalam air limbah.
    - Warna, dapat berasal dari zat pewarna. Warna juga merupakan ciri kualitatif untuk mengkaji kindisi umum air limbah. Jika coklat, umur air kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda, abu-abu setengah tua tandanya air sedang mengalami pembusukan oleh bakteri. Jika abu-abu tua – hitam bearti sudah busuk akibat bakteri.
    - Suhu, sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia dan tata kehidupan dalam air. Pembusukan terjadi pada suhu tinggi serta

tingkat oksidasi yang juga lebih besar. Pengukuran suhu penting karena umumnya instalasi pengolahan air limbah meliputi proses biologis yang bergantung suhu. Suhu air limbah biasanya lebih tinggi daripada air bersih, karena adanya tambahan air hangat dari perkotaan.

2. Sifat kimia, air limbah tentunya mengandung berbagai macam zat kimia. Bahan organik pada air limbah dapat menghabiskan oksigen serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih (Sugiharto, 1987). Bahan kimia yang terdapat dalam zat cair menentukan tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan. Semakin besar jumlah zat kimia yang terkandung maka semakin terbatas penggunaan air tersebut. Sifat kimia terdiri dari kimia organik dan kimia anorganik. Yang tennasuk kimia organik adalah zat kimia yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N) atau dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Kimia anorganik adalah zat kimia yang tidak mengandung unsur tersebut diatas, antara lain besi (Fe), crom (Cr), mangan (Mn), belerang (S) dan logarn bera seperti timbal (Pb).

- Derajat keasaman (pH), konsentrasi ion H^- adalah ukuran kualitas air yang menunjukkan derajat keasaman air. pH yang baik berkisar antara 6 - 8 (netral :7). Semakin kecil nilai pH maka air tersebut akan semakin asam.
- Nitrogen, nitrogen dalam air limbah umumnya terdapat dalam bentuk organik yang kemudian oleh bakteri akan dirubah menjadi amonia. Kondisi aerobik akan mengubah amonia menjadi nitrat dan nitrit.
- Sulfat, sulfat dapat diubah menjadi sulfit dan hidrogen sulfida (H2S) oleh bakteri pada kondisi anaerob. H2S bersifat racun dan berbau busuk. H2S dalam kondisi aerob teroksidasi secara bakteriologis menjadi asam sulfat. Gas H2S yang tercampur dengan gas air limbah (CH2 a CO2) mempunyai sifat korosif.
- Phospat, tingginya kandungan phosphat akan merangsang pertumbuhan tumbuhan air yang berakibat 02 yang terlarut dalam air sungai berkurang. Senyawa ini umumnya berasal dari sisa deterjen.

- Karbohidrat dan protein, karbohidrat dapat berupa selulosa. Pada protein memiliki senyawa kompleks yang hengandung unsur N. Kedua bahan ini mudah diuraikan oleh bakteri.
- Lemak dan minyak, dapat ditemukan mengapung di atas air. Lemak merupakan senyawa ester dari turunan alkohol. Kedua bahan ini sangat sulit diuraikan oleh bakteri namun dapat dihidrolisasi oleh Alkali sehingga menjadi senyawa yang mudah larut.
- BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dalam zat buangan terkandung zat organik dari unsur C, H, dan O dengan unsur tambahan N, S dan lainnya. Angka BOD merupakan parameter pencemar air limbah yang dapat menunjukkan derajat pengotoran air limbah.
- COD (*Chemical Oxygen Demand*), COD merupakan bentuk lain untuk mengukur kebutuhan 02 yang digunakan dalam reaksi kimia anorganik. Oleh karena itu dibutuhkan bantuan yang kuat dalam kondisi asam. Nilai COD > BOD, diukur pada senyawa organik yang dapat diuraikan maupun senyawa anorganik yang tidak dapat teruraikan. Besamya perbandingan COD dan BOD tergantung ada atau tidaknya zat racun yang mengganggu kerja bakteri. Oksigen terlarut adalah merupakan banyaknya oksigen terlarut yang terkandung di dalam air dengan satuan mg/lt.

3. Sifat biologi, pemeriksaan biologis di dalam air limbah untuk memisahkan apakah ada bakteribakteri pathogen berada di dalam air limbah (Sugiharto, 1987). Berbagai jenis bakteri yang terdapat di dalam air limbah sangat berbahaya karena menyebabkan penyakit. Kebanyakan bakteri yang terdapat dalam air limbah merupakan bantuan yang sangat penting bagi proses pembusukan bahan organik. Parameter ini merupakan salah satu cara guna mengukur kualitas air, terutama bagi kebutuhan air minum. Dapat juga digunakan untuk memperkirakan tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke sungai. Adanya mikroorganisme mempunyai peran yang sangat penting dalam proses pembusukan bahan organik. Mikroorganisme tersebut antara lain:

A. Bakteri

Bakteri merupakan organisme kecil bersel satu dengan ukuran 0.5-3 mikron yang menggunakan bahan organik sebagai bahan makanan. Semakin banyak bahan organik yang tersedia maka pertumbuhan bakteri juga akan semakin cepat hingga persediaan makanan tersebut menjadi habis. Dengan ukuran yang sekecil itu maka bakteri bisa terdapat di air. Bakteri ada yang bersifat patogen dan non patogen. Contoh bakteri patogen antara lain; Salmonella spp, bakteri coli, Salmonella typusa dll, sedangkan yang non patogen antara lain; Azotobaher dan Nitrobaker. Hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri antara lain, suhu (suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri adala 2/-38°C), kelembaban dan zat kimia.

B. Jamur dan ganggang

Jamur juga mampu menguraikan bahan organik. Karena tidak melakukan proses fotosintesis, jamur dapat tumbuh di daerah lembab dengan pH rendah dimana pada kondisi tersebut bakteri sulit untuk bertahan hidup. Ganggang berbeda dengan jamur dan bakteri. Karena mampu melakukan fotosintesis, maka ganggang dapat menghasilkan oksigen.

2.3 Dampak Air Limbah

Sesuai dengan pengertian air limbah yang merupakan benda sisa, maka sudah tentu bahwa air limbah merupakan air yang sudah tidak digunakan lagi. Akan tetapi tidak berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu lagi dilakukan pengolahan, karena apabila limbah ini tidak dilakukan pengolahan dengan baik akan dapat menimbulkan gangguan baik terhadap lingkunagn maupun terhadap kehidupan yang ada, seperti:

1. Gangguan terhadap kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang ditularkan melalui air limbah. Selain sebagai

pembawa penyakit, air limbah itu sendiri terdapat banyak bakteri patogen penyebab penyakit. (virus polio mylitis dan hepatitis, vibrio kolera, salmonella Thyphosa, Entamuba Histolika, leptospira, Askariasis Spp, Mikobakterium Tuberkulosa, dll)

2. Gangguan terhadap keindahan

   Selain bau yang berasal dari air limbah karena proses pembusukan zat organik, tumpukan ampas/sampah yang mengganggu , maka warna air limbah yang kotor akan menimbulkan gangguan pemandangan (keindahan) yang tidak kalah besarnya.

3. Gangguan terhadap kerusakan

   Benda Apabila air limbah mengandung karbondioksida yang agresif dan yang berkadar pH rendah, maka mau tidak mau akan mempercepat proses terjadinya karat pada beda-benda yang terbuat dari besi serta bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya benda-benda tersebut maka biaya perawatan/pemeliharaan akan semakin besar yang berarti akan menimbulkan kerugian material.

4. Gangguan terhadap kerusakan lingkungan

   Gangguan atau kerusakan pada ekosistem (tanaman maupun binatang), yang dapat disebabkan oleh virus, bahan kimia, pestisida, senyawa nitrat, logam nutrient tertentu dan fosfor.

2.4 Fitoremediasi dengan Konsep Constructed wetlands

Istilah umum *fitoremediasi* berasal dari bahasa Yunani yaitu *phyto* (tumbuhan), yang dilekatkan pada akar bahasa Latin *remedium* (untuk memperbaiki atau menghilangkan kejahatan) (Ali et al., 2013). *Fitoremediasi* merupakan teknologi yang memanfaatkan kemampuan yang ada pada tumbuhan hidup. *Fitoremediasi* juga merupakan teknologi pembersihan yang ramah lingkungan dan digerakkan oleh energi matahari, berdasarkan konsep menggunakan alam untuk membersihkan lingkungan. *Fitoremediasi* menggunakan tumbuhan untuk membersihkan pencemaran lingkungan dengan

menggunakan tanaman yang dapat digunakan untuk membantu menghilangkan kontaminasi dari lingkungan.

2.5 Constructed wetlands

Constructed wetlands merupakan *wetlands* buatan yang dikelola dan dikontrol oleh manusia untuk keperluan filtrasi air buangan dengan penggunaan tanaman, aktifitas mikroba dan proses alami lainnya (Hesket and Bhartholomew., 2001). *Constructed wetlands* dapat diartikan sebagai suatu jenis pengolahan yang strukturnya direncanakan. Variabel-variabel yang direncanakan meliputi debit yang mengalir, beban organik tertentu, kedalaman media tanah maupun air serta adanya pemeliharaan tanaman selama proses pengolahan.

Kelebihan dari penggunaan *Constructed Wetlands* sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah domestik menurut Khambali (2011) adalah:

1. Teknologi tepat guna yang murah
2. Tahan lama dan mudah dalam perawatan
3. Tidak memerlukan teknologi yang rumit dan peralatan mesin atau bahan kimia
4. Tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi
5. Menggunakan sumber daya alam yang ada
6. Dapat diisi dengan keanekaragaman tumbuhan lokal setempat
7. Dapat dibuat dengan berbagai ukuran (skala rumah tangga, klinik, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya)
8. Menyediakan ekosistem untuk tumbuhan maupun hewan
9. Tertata sebagai taman dengan lanskap yang indah dipandang.

Kekurangan dari penggunaan *Constructed Wetlands* sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah domestik menurut Khambali (2011) adalah:

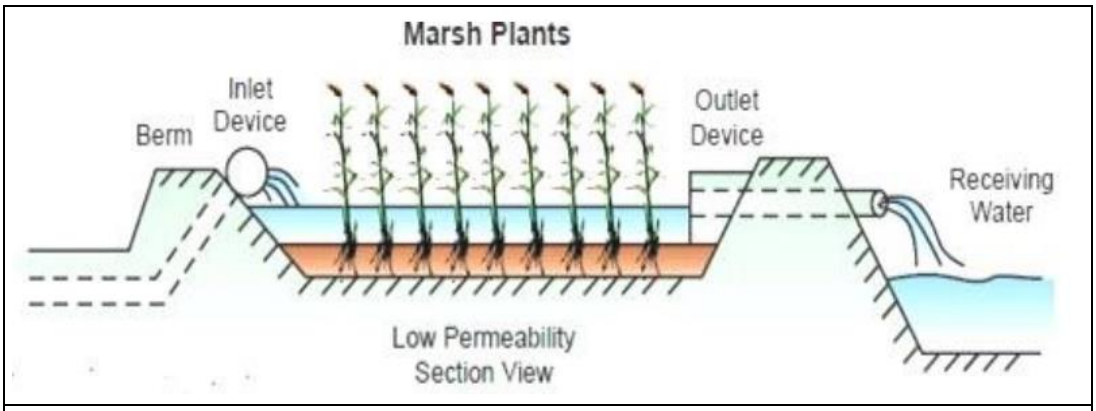
1. Pengoperasian sistem ini tergantung pada kondisi lingkungan termasuk iklim dan suhu. Pengolahan kurang optimal untuk daerah dengan suhu rendah

2. Untuk *Constructed Wetlands* dengan *free water system*, dapat berpotensi menimbulkan bau dan menjadi sarang bagi vektor penyakit (nyamuk)

Ada 2 (dua) sistem yang termasuk ke dalam konsep *constructed wetlands* yaitu: *Free Water Surface System* (FWS) dan *Sub-surface Flow Systems* (SSF).

2.5.1 Constructed wetlands dengan free water surface system (FWS)

Pada sistem *Free Water Surface* (FWS), air mengalir pada permukaan air yang terbuka. Pada prakteknya, sistem FWS jarang digunakan karena sistem ini dapat menjadi sarang bagi vektor penyakit (seperti nyamuk) dan menimbulkan bau (Wallace dan Robert, 2006). Untuk gambar skema *free water surface* (FWS) dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.

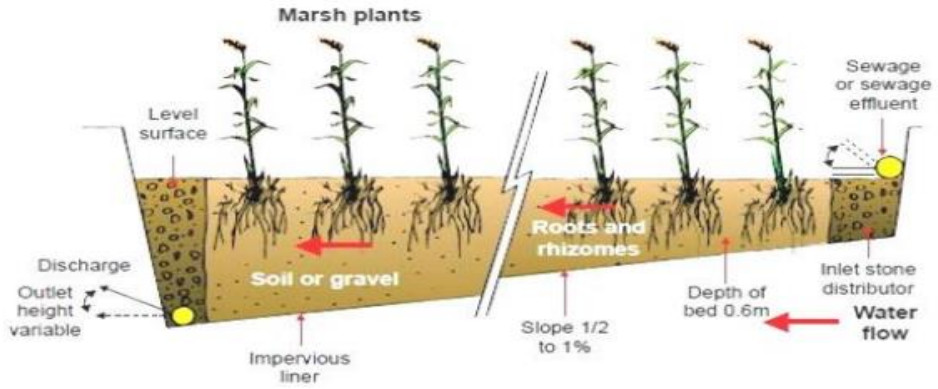


Gambar 2.1 Free Water Constructed Wetlands

Sumber: Sim, 2003

2.5.2 Constructed wetlands dengan sub-surface flow systems (SSF)

Sub-surface constructed Wetlands menggunakan media tanah, pasir atau kerikil yang ditanami dengan vegetasi tumbuhan. Air limbah akan dialirkan dibawah permukaan dari media tanam. Karena air limbah berada dibawah permukaan media tanam, resiko terkena paparan manusia atau organisme patogen dapat di mnimisasi (Suswati et al, 2013). Untuk gambar skema *sub-surface constructed wetlands* dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 ***Sub-surface Constructed Wetlands***

Sumber: Sim, 2003

2.6 Perhitungan Desain Constructed Wetlands

2.6.1 Analisis *constructed wetlands* metode crites & tchobanoglous

Metode Crites & Tchobanoglous dengan *Sub-Surface Flow* menghasilkan *effluent* dengan kualitas tinggi dalam menurunkan nilai BOD, TSS dan pathogen. Dalam penelitian ini untuk menganalisis luasan CWs maka dilakukan dengan hasil pengukuran BOD, yang mana menurunnya nilai BOD berkaitan dengan HRT (waktu tinggal) dan Suhu, menggunakan persamaan:

$$\frac{Ce}{C_0} = e^{-Kt.-td} \quad (2.1)$$

$$P = \sqrt{\frac{Vbak}{h}} \quad (2.2)$$

$$As = d.W = \frac{Q}{Kt.S} \quad (2.3)$$

$$L = \frac{td.Q}{W.d.a} \quad (2.4)$$

$$As = L.W \quad (2.5)$$

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{A.d_w}{Q} \quad (2.6)$$

$$HRT = \frac{\{-\ln(C/Co)\}}{K_T} / \quad (2.7)$$

$$K_T = K_{20}.(1{,}06^{(t-20)}) \quad (2.8)$$

Keterangan:

Q = debit rata-rata (m^3 /hari)

P = panjang pipa (m)

As = luas permukaan (m^2)

T = suhu pengukuran (°C)

Ks = konduktivitas hidrolik (m/hari)

α = porositas media (desimal)

d = Kedalaman media (disesuaikan dengan panjang akar tanaman berdasarkan hasil dari rekan sesama peneliti) (m)

W = Lebar CWs (m)

V = Volume bak (m^3)

h = ketinggian bak penampung (m)

S = Slope media

L =Lebar bak (m)

HRT = waktu tinggal (hari)

Q = debit (m^3/hari)

V = volume CWs (m^3)

A = luas media (m^2)

dw = kedalaman media (m)

C = konsentrasi polutan pada outlet saat pengukuran (mg/L)

Co = konsentrasi polutan pada inlet saat pengukuran (mg/L)

K_{20} = konstanta laju penurunan BOD pada suhu referensi (20^oC) yaitu sebesar 1.1/hari)

K_T = konstanta laju penurunan BOD pada suhu saat pengukuran (°C).

2.6.2 Analisis constructed wetlands metode reed

Metode Reed digunakan untuk mengestimasi kebutuhan area untuk menurunkan nilai BOD (Mitchel et al., 1998). Dalam metode ini laju penurunan BOD dalam *Sub-Surface Flow* CWs pada suhu 18°C. Rumus penentuan area CWs untuk menurunkan nilai BOD adalah:

$$As = LW = \frac{\left(\frac{Q}{t}\right)}{y.n} = \frac{\{Q.In\left(\frac{C_1}{C_0}\right)\}}{K_T.y.n} \quad (2.9)$$

$$K_T = KR.qR^{(Tw-Tr)} \quad (2.10)$$

Keterangan:

As = luas area *wetlands*

C_0= konsentrasi polutan pada aliran keluar/*outlet effluent* (mg/L)

C_1= konsentrasi polutan pada aliran masuk/*influent* (mg/L)

K_T = konstanta laju penurunan BOD pada suhu saat pengukuran (°C).

KR = konstanta pada temperatur referensi

L = panjang wetland (m)

n = porositas (%), y = kedalaman wetland (m)

TR = temperatur referensi (20°C)

Tw = temperatur limbah dalam *wetlands*

qR= debit referensi), nilai qR dan KR disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Koefisien temperatur untuk konstanta laju untuk desain TTA tipe SSf dengan Metode Reed

Parameter	Penurunan BOD
KR/hari	1.104
qR	1.106

Sumber: (Mitchell., 1998)

2.7 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk merupakan perhitungan ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari komponen-komponen laju pertumbuhan penduduk, yaitu kelahiran, kematian, dan perpindahan penduduk (Rahmi, 2017). Proyeksi penduduk dilakukan menggunakan salah satu dari tiga metode yaitu artimatika, geometri, dan least square. Metode proyeksi penduduk berdasarkan tingkat pertumbuhan penduduk mengasumsikan bahwa pertambahan penduduk setiap tahunnya yang konstan. Dalam penelitian ini digunakan metode Geometrik untuk menentukan proyeksi pertumbuhan penduduk, dimana mengasumsikan bahwa jumlah pertambahan penduduk menunjukkan peningkatan yang pesat dari waktu ke waktu.

$$\frac{\sum penduduk\ tahun\ ke\ (n) - \sum penduduk\ tahun\ ke(\ n-1)}{(\sum penduduk\ tahun\ ke\ (n-1)} x\ 100 \qquad (2.11)$$

Persamaan 2.12 digunakan untuk mendapatkan nilai laju pertumbuhan penduduk dan nilai kolerasi (r).

1. Metode Aritmatik

   Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang selalu naik secara konstan, dan dalam kurun waktu yang pendek. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode aritmatik dapat dihitung dengan yaitu rumus sebagai berikut:

   $Pn = Po + (dn)$ (2.12)

   Dimana :

   Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun periode

   Po = jumlah penduduk pada awal proyeksi

   r = rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

   dn = kurun waktu proyeksi

2. Metode Geometri Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Rumus yang digunakan adalah:

$Pn = Po\ (1 + r)^{n}$ (2.13)

Dimana :

Po = jumlah penduduk awal

Pn = penduduk tahun ke-n

n = kurun waktu proyeksi

r = rata-rata prosentase pertambahan penduduk tiap tahun

3. Metode Selisih Kuadrat Minimum (Least Square) Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Perhitungan proyeksi penduduk dengan metode least square dapat dihitung dengan rumus berikut:

$Pn = a + b\ (t)$ (2.14)

Dimana :

t = tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

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

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

2.8 Kehilangan Tekanan (*Head Losses)*

Head losses adalah *head* atau kerugian-kerugian dalam aliran pipa yang terdiri atas *mayor losses* dan *minor losses*. (Sularso, 2000). Kerugian mayor (*mayor losses*) adalah kehilangan tekanan akibat gesekan aliran fluida pada sistem aliran dengan luas penampang tetap atau konstan, sedangkan kerugian minor (*minor losses)* adalah kehilangan tekanan yang disebabkan oleh beberapa hal seperti, aliran masuk fluida ke dalam pipa (*intlet*), aliran keluar fluida dari pipa (*outlet*), sambungan pipa, dan katup. Kerugian head akibat dari gesekan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (Tahara, 2000) yaitu:

$$Hf = [\frac{Q}{0{,}00155 \times C \times D^{2{,}63}}]^{1{,}85} \times L \quad (2.15$$

Keterangan:

Hf = kehilangan tenaga akibat gesekan (m)

Q = debit aliran masuk dalam pipa (m^3/det)

C = koefisien kekasaran pipa

D = diameter pipa (mm)

L = panjang pipa (m)

Nilai besarnya koefisien C menurut Hazen Williams dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Koefisien kekasaran pipa Hazen williams

Jenis Pipa	Koefisien Kekasaran "C"
Pipa besi cor, baru	130
Pipa besi cor, tua	100
Pipa baja, baru	120-130
Pipa baja, tua	80-100
Pipa dengan lapisan semen	130-140
Pipa PVC	140-150
Pipa besi galvanis	110-120
Pipa beton (baru, bersih)	120-130
Pipa beton (lama)	105-110
Aluminium	135-140

Sumber: (Kencawati et al, 2016)

2.9 Debit Pemakaian Air Bersih

Perhitungan debit air limbah pada perencanaan pengolahan air limbah domestik di Desa Kuta Padang dengan perhitungan menggunakan asumsi angka pemakaian air bersih dan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Pemakaian Air Bersih

No	Pengguna Bangunan	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah sakit	500	Liter/tempat tidur/hari
5	Sekolah dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penguin dan pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba/Toko pengencer	5	Liter/m³
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/org/hari
13	Gd. Serba guna	25	Liter/kursi
14	Pribadatan	5	Liter/org (belum termasuk wudu')

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

2.10 Penelitian Terdahulu

1. Sri et al., 2012. Judul penelitian Analisis Luasan *Constructed Wetlands* Menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah Domestik (*Greywater*). Dan untuk metode Analisis Luasan *Constructed Wetlands* Menggunakan Tanaman Iris menggunakan metode Reed, metode Kadlec dan Knight dan metode Crites dan Tchobanoglous. Hasil dari penelitian ini adalah CWs menggunakan Iris mampu menurunkan nilai BOD sebesar 91.51%, yaitu dari 146.70 mg/L pada inlet hingga 12.45 mg/L pada outlet. Hasil analisis luasan *constructed wetlands* dengan luas 2x1 m², dan berdasar Baku Mutu Limbah Cair Golongan I, dimana nilai BOD ditetapkan 30 mg/L, ditinjau dari teori Reed, untuk mencapai standar baku mutu, maka dibutuhkan luas CWs sebesar 2.08 m² dan HRT 19 jam. Menurut metode Kadlec dan Knight untuk mencapai standar baku mutu, dibutuhkan waktu 2.61 hari atau 3 hari dengan luasan 2.42 m². Menurut metode Crites dan Tchobanoglous untuk mencapai standar baku mutu dibutuhkan waktu tinggal 1.08 hari dan luasan 1.00m².

2. Qomariyah et al., 2016. Judul penelitian Perencanaan Bangunan Pengolahan *Greywater* Rumah Tangga dengan Lahan Basah Buatan dan Proses Pengolahannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan model pengolahan air limbah domestik menggunakan tanaman hias dengan sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal dan untuk mengetahui nilai BOD, Deterjen dan TSS pada sampel limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah diolah dalam sistem tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan kandungan tertinggi didadapatkan nilai BOD = 105,2 mg/L (inlet) menjadi 8,2 mg/L (outlet). Nilai TSS tertinggi sebesar 70 mg/L (inlet) menjadi 8 mg/L(outlet). Nilai Deterjen tertinggi adalah 56,25 mg/L (inlet) dan menunjukkan hasil setelah pengolahan 1,08 mg/L (outlet). Efisiensi total didapatkan setelah menghitung rata-rata dari setiap variabel pengujian. Didapatkan rata-rata efisiensi pada pengujian BOD sebesar 71,91 mg/L, TSS dengan rata-rata 64,76 mg/L dan nilai rata-rata deterjen 86,55 mg/L.
3. Husnabilah, 2016. Judul penelitian Perencanaan *Constructed Wetlands* untuk Pengolahan *Greywater* Menggunakan Tumbuhan *Canna indica* (Studi Kasus: Kelurahan Keputih Surabaya). Menggunakan metode untuk data primer diambil data kondisi lapangan melalui sampling secara acak warga. Data sekunder diperoleh dari instalasi dan penelitian yang telah dilakukan. Hasil dari penelitian ini adalah berdasarkan perhitungan didapatkan dimensi dari unit IPAL yang direncanakan yaitu, bak Pengumpul sebanyak 1 unit dengan ukuran 4 m x 4 m x 3,3 m, Constructed Wetlands sebanyak 6 unit dengan ukuran 19 m x 25, bak indikator sebanyak 3 unit dengan ukuran 6 m x 12 m x 2,3 m .Eefisiensi removal konsentrasi BOD, COD dan TSS pada unit *Constructed Wetlands* yang telah direncanakan adalah, 84,25%; 85,00%; 87,10%. Efluen dari *Constructed Wetlands* telah memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 7 Tahun 2013.
4. Dhuha, 2020. Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh. Tujuan

Penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui kesesuaian kondisi eksisting IPAL komunal Gampong Peunayong dengan *Detail Engineering Design* (DED) IPAL komunal. Hasil dari penelitian ini adalah dengan parameter uji seperti pH pada hari minggu 6,92 dan pada hari senin pH 6,98. Dari hasil tersebut, parameter pH sudah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Kosentrasi BOD pada hari minggu 65 mg/L dan pada hari senin 79,2 mg/L. Kosentrasi COD pada inlet 229,2 mg/L (minggu) dan 236,4 mg/L (senin). Kosentrasi TSS pada inlet IPAL komunal adalah 128 mg/L (minggu) dan 113 mg/L (senin). Hasil BOD, COD dan TSS sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutan Nomor 01 tahun 2010.

5. Fauzi & Mardyanto, 2016. Perencanaan *Constructed Wetland* Sebagai Reduksi *Greywater* dan Pengendali Banjir: Studi Kasus Perumahan Sutorejo Indah. Hasil dari penelitian ini adalah CWberpengaruh dalam menurunkan beban greywater di perumahan Sutorejo juga dapat menampung hujan yang berlebih sebesar 0,058 m^3/detik dan CWs perencanaan dapat mengurangi beban BOD sebesar 86,93%, COD 94,28%, dan TSS sebesar 87%.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai lokasi penelitian, waktu penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan data serta prosedur penelitian. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode penelitian yang bersifat sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat matematis. Metodologi penelitian disusun untuk mempermudah pelaksanaan studi agar memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan studi yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur, dan tertib, sehingga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alir (*flow chart*) pada Lampiran A Gambar A.3.1 Halaman 43.

3.1 Lokasi Penelitian

Wilayah Kabupaten Aceh Barat memiliki luas wilayah 2.927,95 km² yang terbagi menjadi 12 kecamatan. Secara geografis kabupaten ini terletak pada posisi 04°61'-04°47' Lintang Utara dan 95°00'- 86°30' Bujur Timur. Ibukota Kabupaten Aceh Barat terletak dikota Meulaboh. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kuta Padang yang terletak dikota Meulaboh. Desa Kuta Padang merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat. Luas dari desa ini adalah ±120 Ha yang terdiri dari 6 (enam) dusun yaitu Dusun Gn. Singgah Mata, Gn. Geurutee, Gn. Leuser, Gn. Keumala, Gn. Seulawah, dan Gn. Singgah Mata II. Untuk lebih jelasnya peta lokasi ini dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.3 Halaman 45. Secara geografis Desa Kuta Padang memiliki batasan wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbataskan dengan Gampong Ujung Baroh
- Sebelah Timur berbataskan dengan Gampong Ujung Kalak

- Sebelah Selatan berbataskan dengan Gampong Ujung Kalah
- Sebelah Barat berbataskan dengan Desa Suak Ribee

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2022 sampai Juni 2022. Pengambilan sampel air limbah *greywater* dilakukan pada hari kerja dan libur yaitu hari Minggu dan Senin. Masing-masing pada waktu pagi hari jam 07.00 dan sore harinya jam 17.00 WIB. Lokasi pengambilan sampel berada di Desa Kuta Padang, Kabupaten Aceh Barat. Sementara itu, pengujian parameter BOD, COD, TSS, dan pH dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (Baristand), Banda Aceh, Provinsi Aceh.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk menghitung seberapa besar dimensi *constructed wetlands* untuk pengolahan air limbah rumah tangga domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat dengan menggunakan fitoremediasi adalah data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung dari objeknya. Data primer dalam penelitian ini adalah air limbah *greywater* domestik di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat. Pengambilan sampel air limbah *greywater* domestik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan lokasi di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat untuk pengambilan sampel air limbah *greywater*.
2. Diambil air limbah *greywater* domestik dari saluran drainase yang berdekatan dengan pipa outlet dari rumah warga.

3.3.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil oleh peneliti secara tidak langsung dari objeknya. Setelah itu dilakukan studi pustaka untuk mencari dan mengumpulkan bahan-bahan literatur berupa lindasan teori, metode-metode yang akan digunakan dalam pengolahan data maupun dalam analisis, serta hasil penelitian yang akan dilakukan sebelumnya dimana memiliki kaitan dan mendukung penelitian itu sendiri. Adapun Data Sekunder yang terdiri dari :

1. Lokasi/*Layout* dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.3 Halaman 45.
2. Peta Kabupaten Aceh Barat Skala 1:150.000 dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.3.2 Halaman 44.
3. Data kependudukan Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat selama 3 tahun (2017-2021) berasal dari Kantor Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat dapat dilihat pada Tabel 4.1 Halaman 28.
4. Data pemakaian air bersih, SNI 03-7065-2005. Dapat dilihat pada Tabel 2.4 Halaman 20.
5. Data hasil pengujian *fitoremediasi* dengan konsep CWs menggunakan tanaman eceng gondok dengan waktu tinggal 9 hari.

3.4 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini mengikuti bagan alir penelitian :

1. Pengambilan sampel air limbah *greywater* domestik, kemudian diuji kualitas air limbah *greywater* sesuai atau tidak dengan syarat mutu air limbah dapat dilihat pada Tabel 2.1 Halaman 6.
2. Proyeksi Jumlah Penduduk direncanakan untuk 5 (lima) tahun (2022-2026) dengan metode geometrik untuk memperoleh kuantitas air limbah.
3. Perhitungan dimensi CWs untuk skala rumah tangga yaitu 1 (satu) rumah.
    1) Dimensi bak pengumpul yang berfungsi sebagai bak untuk mengumpulkan *greywater* sebelum masuk ke CWs.

- Jumlah bak
- Waktu tinggal
- Debit Influen
- Volume bak
- Panjang bak
- Lebar bak dapat dilihat pada Persamaan 2.4 Halaman 14.
- Luas efektif bak
- Kedalaman air

2) Perhitungan diameter pipa (D).
   - Slope
   - Panjang pipa
   - Debit masuk
   - Headloss pada pipa
   - Hitung D berdasarkan rumus Hf dari Tahara (2000) dapat dilihat pada Persamaan 2.15 Halaman 18.
   - Hitung kecepatan aliran

4. Perhitungan dimensi *Constructed Wetlands* dengan konsep *Sub Surface Flow* (SSF).
   - Jumlah CWs
   - Kedalaman media (disesuaikan dengan panjang akar tanaman berdasarkan hasil dari rekan sesame peneliti)
   - Media yang digunakan = *medium gravel*
     - Ks = 5.000 m^3/m^2hari
     - α = 0,4
     - K_{20} = 1,104
     - Kemiringan tanah (*slope*) = 0,001

       (Keterangan: EPA, 1999)
   - Mengetahui karakteristik awal *greywater*, seperti:
     - Q influen per CWs
     - Konsentrasi BOD (berdasarkan hasil uji lab)
     - Konsentrasi COD (berdasarkan hasil uji lab)

    - pH (berdasarkan hasil uji lab)
    - Suhu (berdasarkan hasil uji lab)
- Kedalaman media CWs
- Laju konsentrasi suhu dapat dilihat pada Persamaan 2.8 Halaman 15.
- Waktu detensi *pore-space* (waktu kontak/tinggal)
- *Cross section area*
- Lebar CWs
- Panjang basin
- Luas permukaan CWs dapat dilihat pada Persamaan 2.5 Halaman 14.
- Luas permukaan total CWs
- Cek HLR (*hydraulic-loading rate*)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk pada Tugas Akhir ini menggunakan data jumlah penduduk Desa Kuta Padang pada tahun 2017-2021. Jumlah penduduk di Desa Kuta Padang berdasarkan data kependudukan pada tahun 2017-2021 ditunjukkan dengan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah penduduk Desa Kuta Padang Tahun 2017-2021

Tahun	Jumlah Penduduk (orang)
2017	5.230
2018	5.239
2019	5.324
2020	5.290
2021	5.167

(Sumber: Data Kependudukan Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat, 2022)

Dalam perencanaan *Constructed Wetlands* (CWs) ini, periode desain yang digunakan adalah dari tahun 2022-2026 dengan *initial years* pada tahun 2017-2021. Sehingga diperlukan untuk memproyeksikan penduduk di Desa Kuta Padang hingga tahun 2026. Fungsi dari proyeksi penduduk adalah untuk menentukan kuantitas air limbah yang masuk kedalam CWs. Proyeksi penduduk dilakukan menggunakan metode geometrik.

Selanjutnya, dari jumlah penduduk tersebut dilakukan perhitungan presentase penduduk menggunakan Persamaan 2.11 Halaman 17 untuk mendapatkan nilai laju pertumbuhan penduduk Desa Kuta Padang dan nilai kolerasi (r) (Tabel 4.2) pada tahun 2017-2021. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan proyeksi penduduk Desa Kuta Padang tahun 2022-2026.

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Desa Kuta Padang Tahun 2017-2021

Tahun	Jumlah Penduduk (orang)	Tingkat Pertumbuhan		
		Aritmatik	Geometrik (%)	Ekspoensial (%)
2017	5.230			
2018	5.239	9	0,17	0,17
2019	5.324	85	1,62	1,62
2020	5.290	-34	-0,64	-0,64
2021	5.167	-123	-2,33	-2,33
Rata-rata		-16	-0,29	-0,29

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kolerasi ketiga metode tersebut, maka nilai kolerasi yang dipilih adalah nilai kolerasi pada metode Geometrik. Hal ini dikarenakan presentase laju pertumbuhan penduduknya tiap tahun mendekati sama. Sehingga untuk perhitungan proyeksi penduduk Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat menggunakan metode Geometrik. Berikut ini merupakan hasil perbandingan nilai kolerasi masing-masing metode yang disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan Nilai Kolerasi (r)

Metode	**r**
Aritmatika	-16
Geometrik	-0,29
Eksponensial	-0,29

Selanjutnya, proyeksi penduduk Desa Kuta Padang tahun 2026 dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.12 Halaman 13.

$Pn = P_o (1 + r)^n$

$Pn = 5.167 (1+(-0,29))^5$

$Pn = 5.156$ orang

4.2 Karakteristik Limbah Domestik

4.2.1 Kualitas Limbah Domestik

Limbah domestik yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *greywater* yang berasal dari Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat. Untuk hasil analisis air limbah yang sebelum diolah dan sesudah diolah menggunakan *fitoremediasi*, dapat dilihat pada Lampiran B.4.1 sampai B.4.8 Halaman 48 sampai 55. Berikut Tabel 4.4 merupakan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal *greywater* yang digunakan dalam perhitungan CWs.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Awal *Greywater*

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI.6989.72:2009	mg/L	151,76
2.	COD	SNI.06-6989.73:2009	mg/L	502,96
3.	pH	SNI.06-6989.11:2019	-	5,55
4.	TSS	SNI.06-6989.3:2019	mg/L	248
5.	Suhu	-	°C	31

Rasio BOD/COD influen dari konsentrasi BOD dan COD *greywater* diatas adalah:

$$BOD/COD = 151{,}76/502{,}96 = 0{,}30$$

Menurut Tchobanoglus et al. (2003), limbah yang mudah diolah dengan pengolahan biologis adalah limbah yang mempunyai rasio $BOD/COD \geq 0{,}5$. Sedangkan hasil rerata rasio *BOD/COD* sebelum pengolahan dengan *fitoremediasi* dengan konsep CWs sebesar 0,3. Meskipun hasil *BOD/COD* air limbah dilokasi studi < 0,5 namun pengolahan air limbah *grey water* menggunakan *fitoremediasi* tanaman eceng gondok dengan konsep CWs baik untuk dilakukan, karena berdasarkan hasil uji setelah menerapkan konsep tersebut nilai kadar BOD

menurun sebesar 99% dan COD 90%. Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *greywater* dari Desa Kuta Padang dapat diolah dengan *constructed wetlands.*

Berikut Tabel 4.5 merupakan hasil yang paling efektif dan efisien dari analisis laboratorium yang telah dilakukan, untuk mengetahui karakteristik *greywater* yang telah diolah menggunakan CWs dengan *fitoremediasi* tanaman eceng gondok dengan waktu tinggal 9 hari.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik *Greywater* dengan *fitoremediasi* tanaman eceng gondok

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI.6989.72:2009	mg/L	1,65
2.	COD	SNI.06-6989.73:2009	mg/L	49,28
3.	pH	SNI.06-6989.11:2019	-	8,08
4.	TSS	SNI.06-6989.3:2019	mg/L	26,8
5.	Suhu	-	°C	31

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, bahwa pada tanaman eceng gondok nilai BOD sebelum proses *fitoremediasi* sebesar 151,76 mg/L, dan sesudah proses *fitoremediasi* sebesar 1,65 mg/L, menyimpulkan bahwa tanaman eceng gondok dapat menurunkan efisiensi penurunan BOD sebesar 99%. Nilai COD sebelum proses *fitoremediasi* sebesar 502,96 mg/L, dan sesudah proses *fitoremediasi* sebesar 49,28 mg/L, menyimpulkan bahwa tanaman eceng gondok dapat menurunkan efisiensi penurunan COD 90%. Nilai pH sebelum proses *fitoremediasi* sebesar 5,55 dan sesudah proses *fitoremediasi* sebesar 8,08 menyimpulkan bahwa tanaman eceng gondok dapat meningkatkan efisiensi peningkatan pH 31%. Nilai TSS sebelum proses *fitoremediasi* sebesar 248 mg/L dan sesudah proses *fitoremediasi* sebesar 26,8 mg/L menyimpulkan bahwa tanaman eceng gondok dapat menurunkan efisiensi penurunan TSS 89%. Nilai suhu sebelum proses *fitoremediasi* sebesar 31℃ dan sesudah proses *fitoremediasi* sebesar 31℃ menyimpulkan bahwa pada tanaman eceng gondok suhu tetap.

4.2.2 Kuantitas Limbah Domestik

Debit *greywater* yang digunakan dalam perencanaan kali ini didapat dari 75% jumlah penggunaan air bersih. Debit *greywater* yang dihasilkan di Desa Kuta Padang pada tahun 2026.

Q air bersih/orang/hari	= 120 L/orang/hari
Q greywater	= 75% x Q air bersih (SNI 03-7065-2005)
	= 75% 120 L/orang/hari
	= 90 L/orang/hari
Jumlah penduduk tahun 2026	= 5156 orang
Q greywater pada tahun 2026	=90 L/orang.hari x 5156 orang
	= 464038 L/hari
Q greywater rata-rata (Qave)	= 464,038 m^3/hari
	= 0,0053708 m^3/detik

4.3 Penetapan Unit dan Kriteria Desain

Unit pengelolaan air limbah domestik yang direncanakan dalam Tugas Akhir ini adalah unit *sub-surface flow (SSF) constructed wetlands (CWs).* CWs ini dilengkapi dengan bak pengumpul. Berikut ini adalah kriteria desain dari masing-masing unit pengelolaan air limbah domestik yang digunakan:

- *Sub-surface flow constructed wetlands*
  - Removal TSS : 60-75% (Norton, 2007)
  - Removal BOD oleh media : 75-98% (Vymazal, 2001)
  - Removal BOD yang dibantu dengan adanya tanaman : 4,4% (Diaz et al., 2014)
  - HLR : 0,2 - 1 m^3 /m^2 .hari (Ellis et al., 2003)
  - L/W ratio : 4:1 – 10:1 (Hlavinek et al., 2007)

4.4 Perhitungan Dimensi Pengelolaan Air Limbah Domestik

4.4.1 Dimensi Bak Pengumpul

Bak pengumpul berfungsi sebagai bak untuk mengumpulkan greywater sebelum masuk ke CW. Berikut ini merupakan perhitungan dimensi bak pengumpul.

Direncanakan:

- Jumlah bak = 1 bak
- Waktu tinggal = 1 hari = 86400 detik
- Debit influen (Qin) = 90L/orang/hari x 5 orang
  = 450 L/hari
  = 0,45 m^3/hari
  = $5{,}2x10^{-6}$ m^3/detik (Qpeak)

- Volume bak (Volbak) = Q x td
  = $5{,}2x10^{-6}$ m^3/detik x 86400 detik
  = 0,45 m^3
- Panjang bak (P) $= \sqrt{\frac{V}{h}}$
  $= \sqrt{\frac{0{,}45\ m^2}{1\ m}}$
  = 0,67 m ≈ 0,70 m

- Lebar bak (Lp) = P bak
  = 0,67 m ≈ 0,70 m

- Luas efektif bak (ASef) = P x Lp
  = 0,67 m x 0,67 m
  = 0,45 m^2

- Kedalaman air (Hair)

Hair saat Qpeak $= \frac{Qpeak\ x\ td}{As}$

$= \frac{5{,}2\text{x}10^{-6}\frac{m^3}{detik}\ x\ 86400 detik}{0{,}45\ m^2}$

= 1 m

Jadi, dimensi bak pengumpul yang digunakan adalah:

- Panjang = 0,70 m
- Lebar = 0,70 m
- Kedalaman total = Kedalaman bak + *freeboard*

  = 1 m + 0,3 m

  = 1,3 m

- Perhitungan diameter pipa (D)

Pipa efluen pada bak pengumpul juga merupakan pipa influen CWs. Berikut merupakan perhitungan untuk penentuan ukuran pipa.

Slope	= 0,001 m (Referensi EPA)
Panjang pipa (L)	= 5 m (direncanakan jarak dari bak pengumpul ke CWs)
Debit aliran masuk (Q)	= $5{,}2\text{x}10^{-6}$ m³/detik
Koefisien kekasaran pipa (C)	= 140
Headloss pada pipa (Hf)	= *slope* / L
	= 0,001 m / 5 m
	= 0,0002 m

Perhitungan diameter pipa (D) menggunakan rumus berdasarkan (Tahara, 2000), yaitu:

$$Hf = [\frac{Q}{0{,}00155 \times C \times D^{2{,}63}}]^{1{,}85} \times L$$

$$0{,}0002 = [\frac{5.2\text{x}10^{-6}\ \frac{m^3}{detik}}{0{,}00155 \times 140 \times D^{2{,}63}}]^{1{,}85} \times 5\ m$$

$$0{,}0002 = \left[\frac{1{,}68\text{x}10^{-10}}{0{,}05D^{2{,}63}}\right]^{1{,}85} x\ 5$$

$$0{,}0002D^{5{,}9} = 3{,}46\text{x}10^{-9}\ x\ 5$$

$$D^{5{,}9} = \frac{3{,}46\text{x}10^{-9}\ x\ 5}{0{,}0002}$$

$$D = 8{,}66\text{x}10^{-5\frac{1}{5{,}9}}$$

D = 0,020 m

D = 20 mm

Perhitungan kecepatan aliran dalam pipa menggunakan ukuran pipa pasaran, yaitu:

Q = v x A

$= v\ x\ ¼\ x\ \pi\ x\ D$

V $= \frac{4\ x\ Q}{\pi \text{ x } D^2}$

$= \frac{4\ x\ 5{,}2\text{x}10^{-6}\ \frac{m^3}{detik}}{3{,}14 \text{ x } 0{,}020^2 m}$

= 0,016 m/s

4.4.2 Dimensi Constructed Wetlands (CWs)

Direncanakan:

- Jumlah CWs = 1 buah
- Kedalaman media CWs (d) = 0,20 m (disesuaikan dengan panjang akar tanaman yang digunakan; Eceng Gondok mempunyai panjang akar ± 0.20 m saat dewasa)
- Media yang digunakan = *medium gravel*
  - Ks = 5.000 m^3/m^2/hari
  - α = 0,4
  - K_{20} = 1,104
  - Kemiringan tanah (*slope*) = 0,001

(Keterangan: EPA, 1999)

Diketahui karakteristik awal greywater dapat dilihat pada Tabel 4.4 Halaman 29.

- Q influen per CW = Qin / 1 CWs
  = 0,45 m^3/hari / 1 CW
  = 0,45 m^3/hari
- Konsentrasi BOD = 151,76 mg/L
- Konsentrasi COD = 502,96 mg/L
- pH = 5,55
- suhu = 31 °C

- Kedalaman media CWs (d)

  Kedalaman media pada CWs ditentukan berdasarkan jenis vegetasi yang akan digunakan pada sistem CWs yang direncanakan (Wallace & Robert, 2006) Dalam perencanaan ini, vegetasi yang akan digunakan adalah eceng gondok. Tanaman eceng gondok saat dewasa mempunyai kemampuan penetrasi rizoma hingga sedalam 0,20 m.

- Laju konstan suhu (KT)

Nilai KT pada temperature *greywater* Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat (suhu *greywater*, T= 31 °C) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.9 Halaman 11, yaitu:

$K_T = K_{20}.(1{,}1)^{(t\text{-}20)}$ T dalam °C

$K31 = 1.104(1{,}1)^{(31\text{-}20)})$

$K31 = 3{,}150/hari$

- Waktu detensi *pore-space* (t')

  t' = 1 hari

- *Cross section area* (Ac)

  Ac = $\frac{Q}{Ks\ x\ s}$

  Ac = $\frac{0.45\ m^3/hari}{5000/m^2.hari\ x\ 0{,}001}$

  Ac = 0,09 m²

- Lebar CWs (W)

  W = $\frac{Ac}{d}$

  W = $\frac{0{,}09\ \mathrm{m}^2}{0{,}2\ \mathrm{m}}$

  W = 0,45 m ≈ 0,50 m

- Panjang CWs (Lcws)

  L = $\frac{t\ x\ Q}{W\ x\ d\ x\ a}$

  L = $\frac{1\ hari\ x\ 0{,}45\ m^3/hari}{0{,}45\ m\ x 0{,}2\ m\ x\ 0{,}4}$

  L = 11,25 m

- Luas permukaan CWs

  As = L x W

  As = 11,25 m x 0,45 m

  As = 5,0625 m²

  As = 0,00050625 Ha

- Luas permukaan total CWs (As total)

  As total = As x total CWs

  = 0,00050625 Ha x 1 unit

  = 0,00050625 Ha

Berdasarkan perhitungan diatas, dimensi CWs adalah :

Panjang (L) = 11,25 m

Lebar (W) = 0,50 m

Kedalaman total = kedalaman media + *freeboard*

= 0,2 m + 0,067 m

= 0,267 m ≈ 0.30 m

- Pengecekan *hydraulic-loading rate* (HLR)

  HLR = $\frac{Q}{As}$

  HLR = $\frac{0{,}45\ m^3/hari}{5{,}0625\ m^2}$

  HLR = 0,088 m^3/m^2/hari

  HLR = 8,8 cm/hari

(OK, karena 0,088 m^3/m^2/hari < HLR< 1 m^3/m^2/hari (Ellis et al., 2003))

Pengecekan HLR ini bertujuan untuk mengetahui besarnya laju pembebanan hidrolis limbah cair terhadap suatu bidang permukaan dalam satuan waktu tertentu, yang berpengaruh terhadap penyisihan kadar BOD.

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan desain integrasi antara outlet buangan air limbah ke CWs diperoleh bak pengumpul sebanyak 1 unit dengan ukuran 0,70 m x 0,70 m x 1,3 m, pipa yang digunakan dengan diameter 20 mm dan panjang pipa yang digunakan 5 m, dan *Constructed Wetlands* sebanyak 1 unit dengan ukuran 11,25 m x 0,50 m x 0,30 m. Detail desain sistem pemipaan CWs dapat dilihat pada Lampiran A Gambar A.4.1 dan A.4.2 Halaman 46 dan 47.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari perencanaan dimensi *Sub-Surface Flow Constructed Wetlands* untuk pengelolaan air limbah domestik Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat. Berdasarkan perhitungan didapatkan dimensi unit pengelolaan air limbah domestik yang direncanakan, yaitu:

1. Bak Pengumpul sebanyak 1 unit dengan ukuran 0,70 m x 0,70 m x 1,3 m.
2. Pipa yang digunakan dengan Diameter 20 mm dan panjang pipa yang digunakan 5 m.
3. *Constructed Wetlands* sebanyak 1 unit dengan ukuran 11,25 m x 0,50 m x 0,30 m.
4. *Constructed Wetlands* yang digunakan dengan konsep *Sub-Surface Flow*.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan ini dapat bermanfaan dan diterapkan oleh masyarakat.
2. Perencanaan ini dapat menjadi data awal untuk penanganan air limbah domestik.
3. Perlunya penelitian lanjutan tentang perencanaan CWs komunal di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat.

DAFTAR PUSTAKA

1. B. S. N. (2005). Tata cara perencanaan sistem plambing. *Badan Standar Nasional*, *SNI 03-7065-2005*, 23.
2. Buldan, B. A., Rito, R., & Kunci, K. (2017). Pemanfaatan Constructed Wetland Sebagai Bagian Dari Rancangan Lansekap Ruang Publik Yang Berwawasan Ekologis Studi Kasus Houtan Park China. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, *9*(1), 46–59.
3. Dhuha, S. (2020). *Evaluasi Penerapan Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Komunal Gampong Peunayong, Banda Aceh*.
4. Firdayati, M., Indiyani, A., Prihandrijanti, M., & Otterpohl, R. (2015). Greywater in Indonesia: Characteristic and Treatment Systems. *Jurnal Tehnik Lingkungan*, *21*(2), 98–114. https://doi.org/10.5614/jtl.2015.21.2.1
5. Husnabilah, A. (2016). *Perencanaan Constructed Wetland untuk Pengolahan Grey Water menggunakan Tumbuhan Canna indicia (Studi Kasus: Kelurahan Keputih Surabaya)*.
6. Menteri, P., & Hidup, L. (2016). *Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia*. 1–13.
7. Pokja Sanitasi. (2015). *Program Percepatan Pembangun Sanitasi Permukiman Tahun 2015*.
8. Qomariyah, S., Koosdaryani, & Dias Kusumasari Fitriani, R. (2016). *Perencanaan Bangunan Pengolahan Grey Water Rumah Tangga Dengan Lahan Basah Buatan Dan Proses Pengolahannya*. 939–945.
9. Qomariyah, S., Sobriyah, Koosdaryani, & Yusuf Muttaqien, A. (2017). Lahan Basah Buatan Sebagai Pengolah Limbah Cair Dan Penyedia Air Non-Konsumsi. In *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret* (Vol. 1, Issue 1).
10. Rahmi, L. (2017). Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Terhadap Kondisi Ketenagakerjaan Di Kota Sawahlunto Sumatera Barat.

Georafflesia, *2*(1), 95–106.

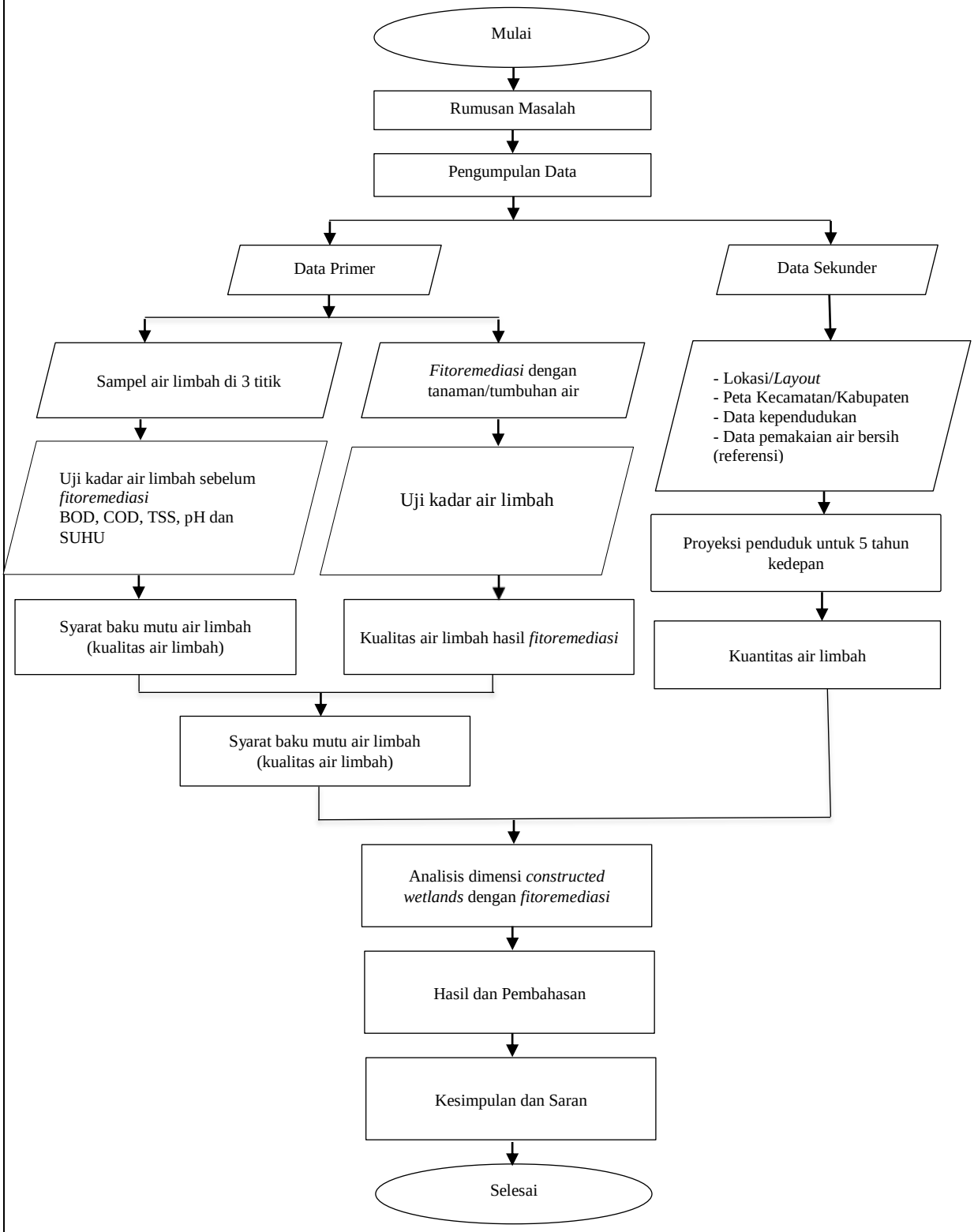
11. Rijal Fauzi, M., & Agus Mardyanto, M. (2016). Perencanaan Constructed Wetland Sebagai Media Reduksi Greywater Dan Pengendali Banjir: Studi Kasus Perumahan Sutorejo Indah. *Jurnal Teknik ITS*, *5*(2), 162–165.
12. Rintayati, P., Matsuri, & Mahfud, H. (2017). Penerapan Ecotech Garden Untuk Kemudahan Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Yang Kreatif Bagi Warga Se-Kecamatan Jebres Surakarta. *Jurnal SEMAR*, *5*(Mei), 37–47.
13. Safrodin, A., Mangkoedihardjo, S., & Yuniarto, A. (2016). *Desain IPAL Subsurface Flow Constructed Wetland Di Rusunawa Grudo Surabaya*.
14. Sholichin, M. O. H. (2012). *Pengelolaan Air Limbah: Teknologi Pengolahan Air Limbah*.
15. Sri, A. C., Suswati, P., Wibisono, G., Masrevaniah, A., & Arfiati, D. (2012b). Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah Domestik (Greywater). *Indonesian Green Technology Journal*, *1*(3), 1–7.
16. Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, *2*(2), 40–47. https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360
17. Ubaedilah. (2016). Analisa Kebutuhan Jenis Dan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Kantin Berlantai 3 PT Astra Daihatsu Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, *05*(03), 119–127.
18. Zainudin, Z., Adi Sayoga, I. M., & Nuarsa, M. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa. *Dinamika Teknik Mesin*, *2*(2), 75–83. https://doi.org/10.29303/d.v2i2.97

LAMPIRAN A

Gambar A.1.1 Kondisi outlet air limbah *greywater* di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat

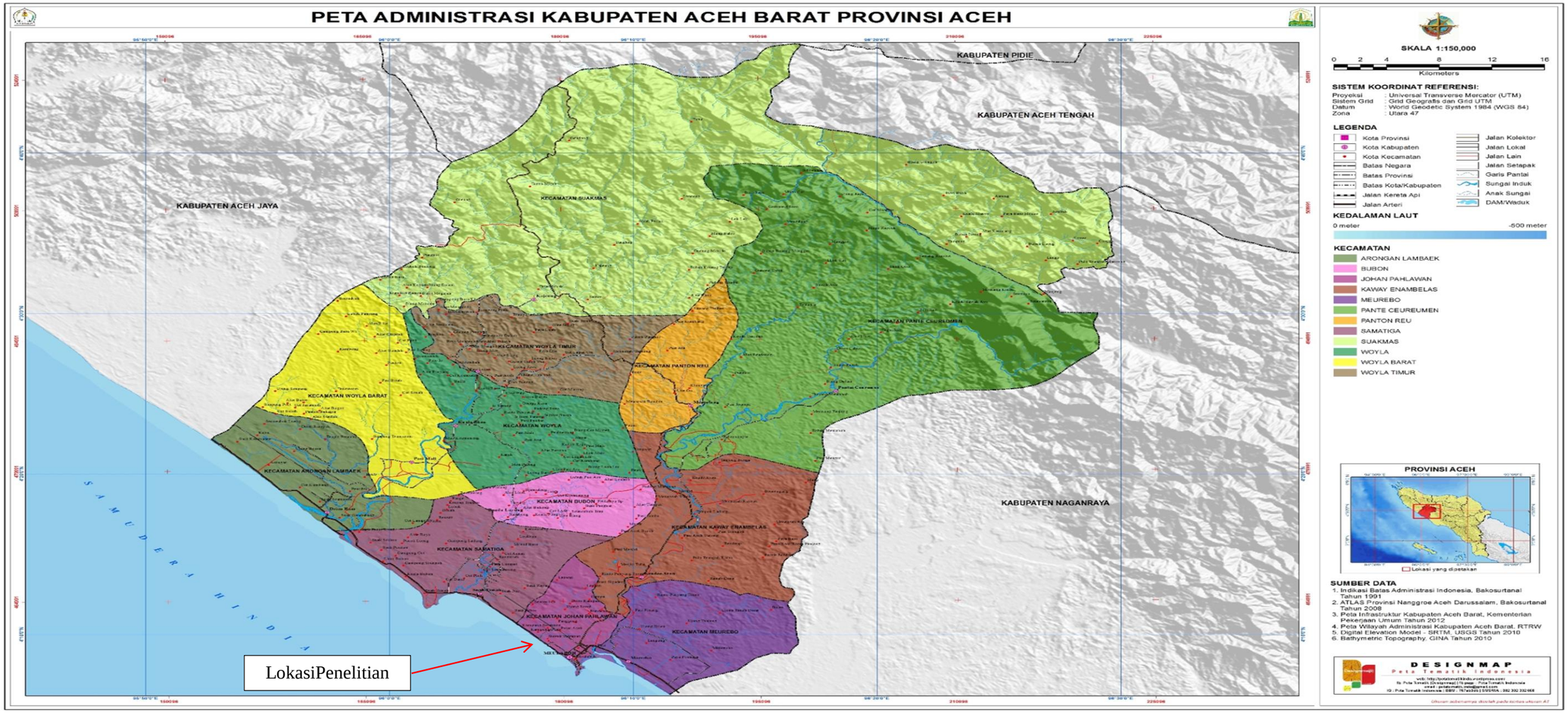
Gambar A.1.2 Kondisi fisik air limbah *greywater* di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat

LAMPIRAN A



Gambar A.3.1 Diagram Alir Penelitian

LAMPIRAN A

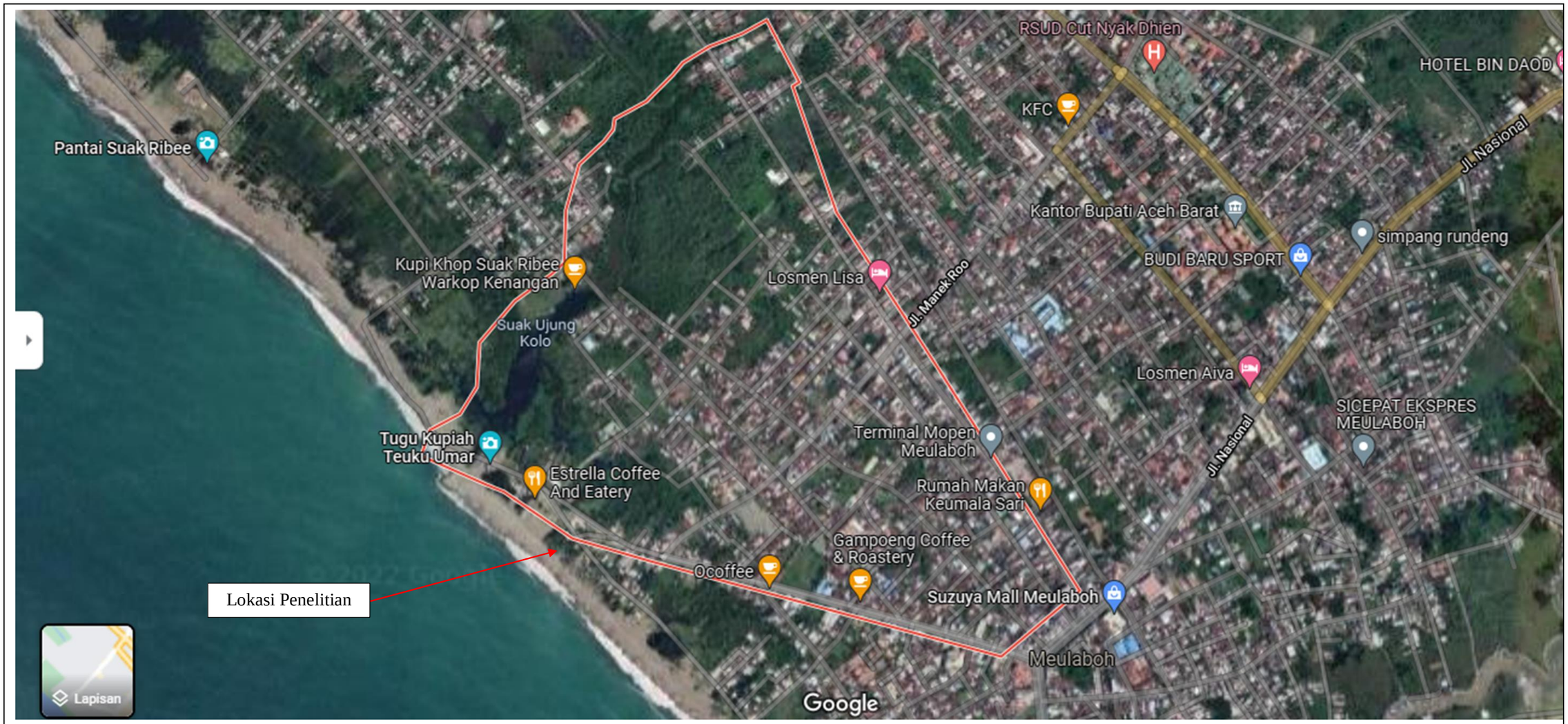


Gambar A.3.2 Peta Kabupaten Aceh Barat

Sumber :Bappeda

Jam / Tanggal Akses : 19:48 / 23 Februari 2022

LAMPIRAN A

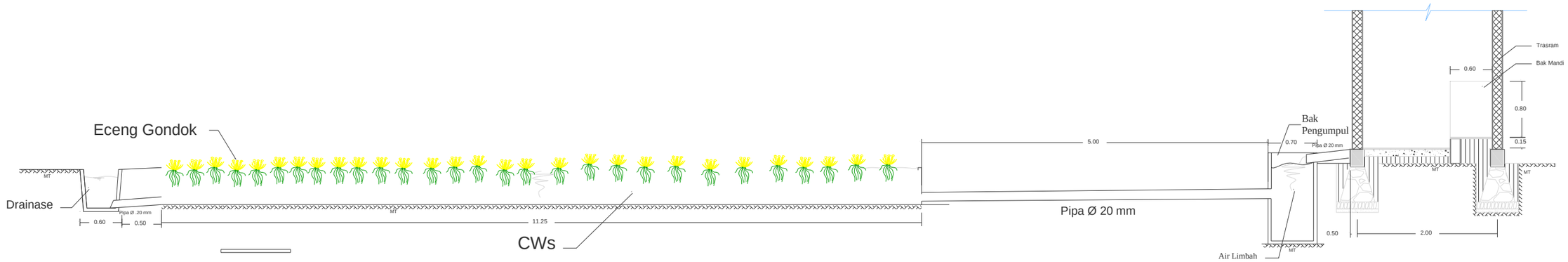


Gambar A.3.3 Peta Lokasi/*Layout* Desa Kuta padang Kabupaten Aceh Barat

Sumber :https://www.google.com/maps/place/Aceh

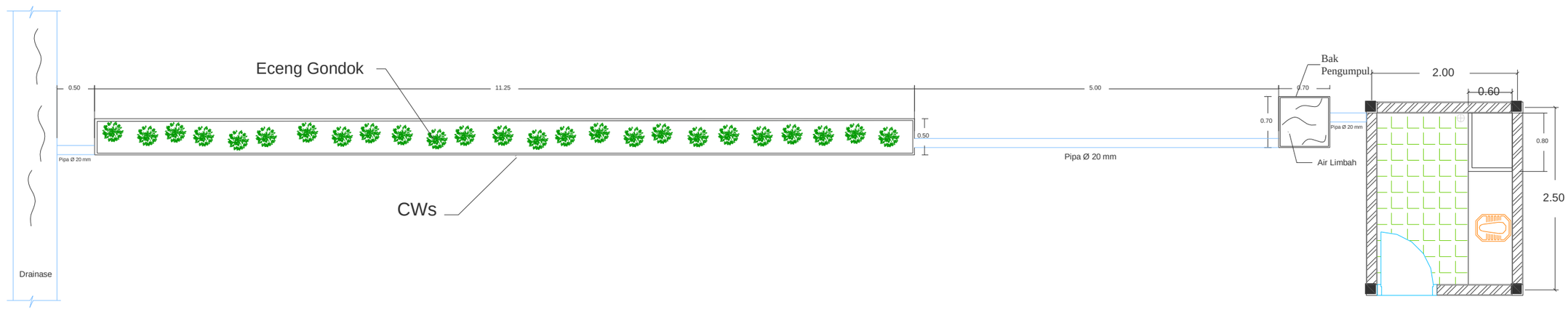
Jam / Tanggal Akses : 19:45 / 23 Februari 2022

LAMPIRAN A



Gambar A.4.2 Potongan Desain Sistem Pemipaan CWs

LAMPIRAN A



LAGENDA

Simbol	Keterangan
	Tanaman eceng gondok
	Air limbah
	Pipa D 20mm
	Tanaman eceng gondok

Gambar A.4.1 Denah Desain Sistem Pemipaan CWs

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http//baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1049/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Nabyla Erda Oktami**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 543 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **229/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **Sebelum Domestik**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	151,76
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	502,96
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	5,55
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	248

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis I LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)

Kementerian Perindustrian REPUBLIK INDONESIA

KAN Laboratorium Penguji LP-800-IDN

Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http://baristandaceh.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1046/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Wina Delvia Riska**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 540 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **228/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **Sebelum**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	116,36
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	489,37
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,4
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	242

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis / LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http://baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 09 Mei 2022
Date of issue

Nomor Laporan : 1044/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022
Report Number

Kepada : Fitria Syawarita
To di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar

Nomor Analisis : 22 – 538 – LC
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : Limbah Domestik
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : 227/Insd/L/05/2022
BAPC Number

Keterangan Contoh : Dikirim
Identity

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Kode Contoh : 9 Hari enceng gondok
Code Sample

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Sampling : -
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : 19 April 2022
Received On

Tanggal Analisis : 19 April 2022
Date of Analysis

Hasil : -
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	1,65
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	49,28
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	8,08
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	26,8

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis / LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/4

* *Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
* *Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http://baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1045/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Fitria Syawarita**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 539 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **227/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **9 Hari wlingen**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	1,65
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	64,57
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,93
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	34,2

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis / LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/4

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http//baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1051/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Nabyla Erda Oktami**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 545 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **229/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **9 Hari Pandan**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	101,89
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	203,9
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,94
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	87

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis I LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http//baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1050/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Nabyla Erda Oktami**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 544 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **229/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **9 Hari Wlingen**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	3,39
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	35,68
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,64
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	17,8

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis I LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http//baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1048/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Wina Delvia Riska**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 542 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **228/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **Eceng Gondok 10 Hari**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	5,39
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	37,38
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	7,99
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	16,6

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN B

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http//baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **09 Mei 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1047/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/05/2022**
Report Number

Kepada : **Wina Delvia Riska**
To **di-Fak. Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar**

Nomor Analisis : **22 – 541 – LC**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Limbah Domestik**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **228/Insd/L/05/2022**
BAPC Number

Keterangan Contoh : **Dikirim**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **Kangkung Air 10 Hari**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date of Sampling

Tanggal Penerimaan : **19 April 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **19 April 2022**
Date of Analysis

Hasil : **-**
Results

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan	Hasil Uji
1.	BOD	SNI. 6989.72:2009	mg/L	17,85
2.	COD	SNI 06-6989.73:2009	mg/L	67,97
3.	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	8,42
4.	Zat Padat Tersuspens (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	mg/L	37,3

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknis LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, M.Si
NIP. 19790430 200212 2 001

F. 5.10.01.02 **Terbit/Revisi : 3/4**

** Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas*
** Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh*

LAMPIRAN

Gambar 1.1 Pengambilan sampel air limbah *greywater* dari outlet di Desa Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat

Gambar 1.2 Air limbah *greywater* sebelum pengolahan dengan konsep CWs menggunakan *fitoremediasi*

LAMPIRAN

Gambar 1.3 Pengukuran suhu pada air limbah *greywater* sebelum pengolahan dengan konsep CWs menggunakan *fitoremediasi*

Gambar 1.4 Air limbah *greywater* yang sedang dilakukan pengolahan dengan konsep CWs menggunakan *fitoremediasi* tanaman eceng gondok

LAMPIRAN

Gambar 1.5 Pengukuran suhu pada air limbah *greywater* sesudah dilakukan pengolahan dengan konsep CWs menggunakan *fitoremediasi* tanaman eceng

Gambar 1.6 Air limbah *greywater* sebelum dan sesudah pengolahan dengan konsep CWs menggunakan *fitoremediasi* tanaman eceng gondok