

**PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN AIR LIMBAH
DOMESTIK DAN REKOMENDASI TEKNOLOGI INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI KAWASAN AMBARITA,
KECAMATAN SIMANINDO, KABUPATEN SAMOSIR,
SUMATERA UTARA**

TUGAS AKHIR



ANGGITA ARIESTA

1162005010

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2020**

**PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN AIR LIMBAH
DOMESTIK DAN REKOMENDASI TEKNOLOGI INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI KAWASAN AMBARITA,
KECAMATAN SIMANINDO, KABUPATEN SAMOSIR,
SUMATERA UTARA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas
Bakrie**



ANGGITA ARIESTA

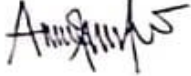
1162005010

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

2020

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Anggita Ariesta
NIM : 1162005010
Tanda Tangan : 
Tanggal : 24 Februari 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Anggita Ariesta
NIM : 1162005010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Limbah Domestik dan
Rekomendasi Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah di
Kawasan Ambarita, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir,
Sumatera Utara

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi
Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie**

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Diki Surya Irawan, S.T., M.Si.
Penguji 1 : Sirin Fairus, S.TP., M.T.
Penguji 2 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D.



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 24 Februari 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan hidayahnya dan memberi kesempatan dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan bagi Mahasiswa dari Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada laporan Tugas Akhir ini penulis membahas mengenai “Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Limbah Domestik dan Rekomendasi Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kawasan Ambarita, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir, Sumatera Utara”. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini, memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang selalu memberikan kemudahan, kelancaran dan keberkahan dalam setiap perjalanan perkuliahan penulis hingga saat ini.
2. Keluarga penulis khususnya orang tua dan saudara yang selalu mendukung penulis dari awal kuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Aqil Azizi Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie dan memberikan banyak ilmu.
4. Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., selaku Pembimbing Tugas Akhir yang sudah membimbing saya hingga laporan tugas akhir ini selesai tepat waktu dan ilmu-ilmu yang tidak dapat digantikan dengan apapun.
5. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T., selaku Penguji I Tugas Akhir yang sudah banyak memberikan masukan serta telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
6. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D., selaku Penguji II Tugas Akhir yang sudah memberikan banyak masukan serta ilmu yang bermanfaat.

7. Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T., selaku Pembimbing Akademik penulis selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Bakrie dan memberikan banyak ilmu.
8. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T., dan Ibu Irna Rahmانيar, S.T., M.T., selaku Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang telah memberikan banyak ilmu.
9. Mas Erdy selaku *staff* Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang telah membantu dalam hal administratif sehingga memudahkan penulis hingga lulus.
10. Universitas Bakrie yang telah membiayai penelitian ini dengan nomor kontrak 349/SPK/LPP-UB/XI/2019.
11. Pemerintah Kabupaten Samosir yang telah menyambut baik kedatangan kami dalam melakukan penelitian di Danau Toba.
12. Bapak Imam selaku membantu penulis dalam pembuatan peta.
13. Tulang Juntak yang telah menemani dan mengantarkan kami selama penelitian di Danau Toba.
14. Natulang yang sudah memberitahukan jalan untuk sampai ke titik pengambilan sampel air Danau Toba.
15. Masyarakat Toba yang telah menerima kami dengan baik.
16. Ridho Novradinata selaku kekasih tercintaku yang selalu mendukung dan membantu dari awal pembuatan Tugas Akhir sampai selesai, *I love you so much*.
17. Alifia, Lily dan Nadila sebagai teman-teman menantu idaman yang selalu mendukung dan memberi semangat satu sama lain.
18. Rr. Alifianatifa Anandya Putriahalya selaku teman sepermainan yang selalu mendukung dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
19. Teman-teman Teknik Lingkungan 2016 lainnya yaitu : Syuaqy, Rani, Dwiany, Medinah, Shylvi, Nathalie, Werin, Anggie, Kika, Cahyo, Agung, Yogi, Wildan, Lingga, Ilham, Zaldi yang selalu mendukung satu sama lain dan bersama-sama dalam kondisi senang maupun susah saat menjalani perkuliahan.

20. Keluarga Mahasiswa Teknik Lingkungan (KMTL) Universitas Bakrie yang ikut mendukung proses pembuatan tugas akhir.

21. Hasni, Ifa dan Andhika yang merupakan sahabat dari kecil dan selalu menjadi *support system* penulis.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dengan tulus, penulis akan menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Jakarta, 24 Februari 2020



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Anggita Ariesta
NIM : 1162005010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Studi Perencanaan dan Literatur

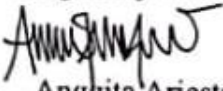
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Limbah Domestik dan Rekomendasi Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kawasan Ambarita, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir, Sumatera Utara.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 24 Februari 2020

Yang menyatakan

Anggita Ariesta

**PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
DAN REKOMENDASI TEKNOLOGI INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DI KAWASAN AMBARITA, KECAMATAN SIMANINDO,
KABUPATEN SAMOSIR, SUMATERA UTARA**

Anggita Ariesta

ABSTRAK

Danau Toba merupakan danau vulkanik yang terletak di Sumatera Utara. Danau Toba merupakan salah satu dari sepuluh program Kementerian Pariwisata Republik Indonesia, sebagai kawasan wisata prioritas karena potensi keunikannya. Kawasan Ambarita merupakan salah satu dari 16 kelurahan/desa yang menjadi kawasan prioritas di Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir. Saat ini, kualitas perairan Danau Toba telah tercemar yang menyebabkan perairan Danau Toba berbau dan keruh. Sumber pencemar Danau Toba disebabkan oleh air buangan domestik yang dibuang langsung tanpa pengolahan dahulu. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan jaringan perpipaan air limbah domestik dan rekomendasi teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan sistem terpusat di Kawasan Ambarita. Penelitian ini menggunakan metode analisis data dengan melakukan pendekatan proyeksi penduduk dengan kapasitas maksimum yang akan direncanakan pada *draft MasterPlan* Kawasan Ambarita dan studi literatur untuk rekomendasi teknologi IPAL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit total air limbah di Kawasan Ambarita sebesar 0,06495 m³/detik dan hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa parameter yang melebihi baku mutu yaitu *free chlorine* dan *fecal coli*. Perencanaan jaringan perpipaan di Kawasan Ambarita menggunakan pipa jenis beton dengan diameter 100 mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm, dan 250 mm. Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah yang terpilih menggunakan teknologi biofilter anaerob-aerob. Efisiensi penurunan untuk *fecal coli* dan *free chlorine* sebesar 99,9% dan 65%.

Kata kunci: pipa jenis beton, biofilter anaerob-aerob, *free chlorine*, *fecal coli*.

**PERENCANAAN JARINGAN PERPIPAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
DAN REKOMENDASI TEKNOLOGI INSTALASI PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DI KAWASAN AMBARITA, KECAMATAN SIMANINDO,
KABUPATEN SAMOSIR, SUMATERA UTARA**

Anggita Ariesta

ABSTRACT

Lake Toba is a volcanic lake located in North Sumatra. Lake Toba is one of ten programs the Ministry of Tourism in the Republic Indonesia, as a priority tourism area because of its unique potential. The Ambarita is one of 16 kelurahan / villages that are priority areas in Simanindo Subdistrict, Samosir Regency. At present, the quality of Lake Toba's waters has been polluted, which causes Lake Toba's waters are smell and murky. The source of Lake Toba pollution is caused by domestic waste water which is discharged directly without prior treatment. The purpose of this study is to plan a domestic wastewater pipeline network and recommendations for wastewater treatment plants with a centralized system in the Ambarita. This study uses a data analysis method by using a population projection approach with maximum capacity to be planned in the draft MasterPlan of Ambarita and literature study for WWTP technology recommendations. The results showed that the total discharge of wastewater in the Ambarita was 0,06495 m³/second and the results of laboratory tests showed the parameters that exceeded quality standard were free chlorine and fecal coli. Piping network planning in the Ambarita uses concrete type pipes with diameters of 100 mm, 125 mm, 150 mm, 200 mm and 250 mm. The selected Waste Water Treatment Technology uses anaerobic-aerobic biofilter technology. Removal efficiency for fecal coli and free chlorine are 99,9% and 65%.

Keywords: concrete type pipes, anaerobic-aerobic biofilter, free chlorine, fecal coli.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Gambaran Umum Wilayah	4
2.1.1 Delineasi Kawasan Prioritas Ambarita.....	4
2.1.2 Kemiringan Lereng.....	5
2.1.3 Ketinggian Lahan	6
2.1.4 Keunikan Bentang Alam.....	7
2.1.5 Keunikan Budaya	9
2.1.6 Kependudukan Kawasan Prioritas Simanindo.....	10
2.1.7 Fasilitas Perkotaan.....	11
2.1.8 Air Bersih.....	12
2.2 Air Limbah Domestik.....	14
2.2.1 Pengertian Air Limbah Domestik	14
2.2.2 Sumber Air Limbah.....	15
2.2.3 Karakteristik Air Limbah Domestik.....	16

2.3	Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.....	19
2.3.1	Sistem Pengumpulan Air Limbah Domestik	22
2.3.2	Presentase Air Limbah.....	26
2.3.3	Sistem Pengaliran Air Limbah.....	27
2.3.4	Bangunan Pelengkap	27
2.4	Perencanaan Sistem Perpipaan.....	29
2.4.1	Penyaluran Air Limbah Dalam Pipa	29
2.4.2	Ketentuan Kecepatan Aliran	29
2.4.3	Koefisien Kekasaran Pipa (Koefisien Manning).....	31
2.4.4	Jenis Bahan Pipa	31
2.4.5	Klasifikasi Pipa Air Buangan.....	35
2.4.6	Penempatan Pipa	35
2.5	Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah	36
2.6	Penelitian Terdahulu.....	46
BAB III METODE PENELITIAN		50
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	50
3.2	Alat	50
3.3	Metode Penelitian.....	50
3.4	Diagram Alir	62
3.5	Penyusunan Laporan	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1	Kondisi Wilayah Studi.....	65
4.3	Kebutuhan Air Bersih dan Proyeksi Air Limbah.....	71
4.4	Perhitungan Dimensi Pipa	75
4.5	Penyaluran Air Limbah dengan Sistem Tertutup.....	78
4.6	Peralatan dan Jenis Perpipaan yang Digunakan.....	79
4.7	Kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik	81
4.8	Rekomendasi Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik.....	83
4.8.1	Hasil Uji Laboratorium.....	83
4.8.2	Alternatif Pemilihan Teknologi.....	83
4.8.3	Alternatif Terpilih	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		97

5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kepadatan Penduduk Kecamatan Simanindo per desa/Keluarahan Tahun 2018.....	5
Tabel 2.2 Fasilitas Perkotaan.....	12
Tabel 2.3 Standar Kebutuhan Air Minum Berdasarkan Kimpraswil.....	13
Tabel 2.4 Standar Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan PU Cipta Karya.....	13
Tabel 2.5 Pedoman Perencanaan Jumlah Konsumsi Air Menurut Iwaco-Waseco	14
Tabel 2.6 Jarak <i>Manhole</i> pada Jalur Lurus.....	27
Tabel 2.7 Diameter <i>Manhole</i> terhadap Kedalaman	28
Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Pipa	31
Tabel 2.9 Material Pipa Air Limbah Domestik	33
Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu	46
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penelitian.....	50
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kawasan Ambarita per Segmen.....	69
Tabel 4.2 Standar Kebutuhan Air Minum Berdasarkan Kimpraswil.....	71
Tabel 4.3 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Air Limbah	73
Tabel 4.4 Koefisien Kekasaran Pipa	75
Tabel 4.5 Perhitungan untuk Mendapatkan Dimensi Pipa dan Nilai <i>V full</i>	77
Tabel 4.6 Persyaratan Fisik dan Dimensi untuk Pipa Beton	81
Tabel 4.7 Dimensi untuk <i>Layout</i> Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik....	82
Tabel 4.8 Hasil Uji Laboratorium Sampel Air di Pelabuhan Siallagan	83
Tabel 4.9 Kriteria Desain Lumpur Aktif	85
Tabel 4.10 Kriteria Desain Biofilter Anaerobik	87
Tabel 4.11 Kriteria Desain Perencanaan Biofilter Anaerobik.....	87
Tabel 4.12 Kriteria Desain <i>Trickling Filter</i> berdasarkan sejarah aplikasinya.....	88
Tabel 4.13 Kriteria Desain Perencanaan RBC.....	90
Tabel 4.14 Korelasi konsentrasi BOD inlet terhdap efisiensi penurunan BOD ...	90
Tabel 4.15 Kriteria Desain Perencanaan ABR	91
Tabel 4.16 Penilaian Alternatif Pengolahan Air Limbah	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Delineasi Kawasan Prioritas Ambarita di Kecamatan Simanindo..... 4

Gambar 2.2 Diagram Perbandingan Luas Kawasan Prioritas Simanindo 5

Gambar 2.3 Peta Kemiringan Lahan Kawasan Prioritas Simanindo 6

Gambar 2.4 Peta Ketinggian Lahan Kawasan Prioritas Simanindo..... 7

Gambar 2.5 Sebaran Potensi Bentang Alam Kawasan Simanindo 8

Gambar 2.6 Potensi Lokasi Pengembangan Wisata Baru Kawasan Simanindo.... 9

Gambar 2.7 Sebaran Landmark Kawasan Simanindo 10

Gambar 2.8 Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kawasan Prioritas Simanindo.... 11

Gambar 2.9 Pengolahan Sistem Terpusat (*Off site*) 20

Gambar 2.10 Pengolahan Sistem Setempat (*On site*)..... 21

Gambar 2.11 Sistem Penyaluran Terpisah..... 23

Gambar 2.12 Sistem Penyaluran Tercampur 23

Gambar 2.13 Sistem riol *interceptor*/kombinasi 24

Gambar 2.14 *Small Bore Sewer* 25

Gambar 2.15 *Layout Shallow Bore Sewer* Pada Perumahan Tidak Teratur dan Teratur..... 26

Gambar 2.16 Pipa untuk air limbah domestik 1. (kiri: PVC, kanan: Beton)..... 32

Gambar 2.17 Pipa untuk air limbah domestik 2. (kiri: HDPE, kanan: *ductile iron*) 32

Gambar 2.18 Klasifikasi Pipa Air Buangan..... 35

Gambar 2.19 MCK umum 37

Gambar 2.20 Tangki Septik..... 37

Gambar 2.21 Bio-filter 38

Gambar 2.22 *Anaerobic Baffled Reactor* 38

Gambar 2.23 *Constructed Wetland* 39

Gambar 2.24 Bidang Resapan..... 39

Gambar 2.25 Sumur Resapan 40

Gambar 2.26 Truk Penyedot Tinja..... 40

Gambar 2.27 *Anaerobic Biogas Reactor* 41

Gambar 2.28 Tangki *Imhoff*..... 42

Gambar 2.29 Kolam Stabilisasi	42
Gambar 2.30 <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>	43
Gambar 2.31 <i>Activated Sludge</i>	43
Gambar 2.32 <i>Rotating Biological Contractor</i>	44
Gambar 2.33 <i>Tricking Filter</i>	44
Gambar 2.34 <i>Sludge Drying Beds</i>	45
Gambar 3.1 Faktor Puncak Air Limbah	58
Gambar 3.2 Grafik <i>design of main sewers</i>	59
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	62
Gambar 3.4 Diagram Alir Perhitungan	63
Gambar 4.1 <i>MasterPlan</i> Kawasan Ambarita.....	66
Gambar 4.2 Daerah Pelayanan Kawasan Ambarita	67
Gambar 4.3 Grafik <i>design of main sewers</i>	76
Gambar 4.4 Ilustrasi Model Unit Biofilter Anaerobik-Aerobik	93

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Lampiran 2** Dokumentasi Kegiatan Penelitian
- Lampiran 3** Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 277 Tahun 2018 tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Pengelolaan Air, Pengelolaan Air Limbah, Pengelolaan Dan Daur Ulang Sampah, Dan Aktivitas Remediasi Golongan Pokok Pengelolaan Air Limbah Bidang Pengelolaan Air Limbah Domestik Perawatan
- Lampiran A3-1** Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Limbah Domestik di Kawasan Ambarita, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Sumatera Utara
- Lampiran A3-2** Layout Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kawasan Ambarita, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Sumatera Utara