

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN BANGUNAN INSTALASI PENGELOLAAN AIR LIMBAH (IPAL) DOMESTIK TERPUSAT UNTUK KAWASAN TERTENTU PONDOK MODERN AL-JAUHAR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam Menyusun Tugas Akhir pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Muhammad Aqil Hasani

NIM. 1810815210005

Pembimbing

Chairul Abdi, S.T., M.T.

NIP. 19780712 201212 1 002



**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
BANJARBARU
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
Perencanaan Bangunan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Domestik
Terpusat Untuk Kawasan Tertentu Pondok Modern Al - Jauhar
Oleh
Muhammad Aqil Hasani (1810815210005)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 15 Juni 2023 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Riza Miftahul Khair, S.T., M. Eng
NIP. 19840510201601108001

Anggota 1 : Rijali Noor, S.T., M.T.
NIP. 19760707 199903 1 005

Pembimbing : Chairul Abdi, S. T., M. T.
Utama NIP. 19780712 201212 1 002

Banjarbaru,20 JUN 2023.....

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,

Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.T., M.T.
NIP. 19870828 201212 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan, rumusan dan perencanaan saya sendiri dengan arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Lambung Mangkurat (apabila menggunakan software khusus).
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Juni 2023
Yang membuat pernyataan

Muhammad Aqil Hasani
NIM. 1810815210005

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT., berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat Menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Bangunan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Domestik Terpusat Untuk Kawasan Tertentu Pondok Modern Al-Jauhar”. Tugas akhir ini bertujuan sebagai salah satu syarat dalam menyusun tugas akhir di Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan kritik dan saran kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing telah membimbing serta memberikan arahan dan saran dalam penyusunan rencana perencanaan ini.
2. Staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
3. Seluruh pihak Pondok Modern Al-Jauhar yang telah memberikan ijin, ilmu, bimbingan dan arahan.
4. Keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan doa dan dukungan

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari Tugas Akhir ini, baik dari segi materi maupun teknik penyajiannya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Banjarbaru, April 2023

Penulis

ABSTRAK

Pondok Modern Al-Jauhar merupakan pondok pasantren yang baru didirikan pada tahun 2020, kondisi eksisting pengelolaan airnya menggunakan sistem setempat (*on site*) yaitu tangki septik yang belum sesuai standar. Jenis air limbah domestik yang dihasilkan ialah black water dan grey water yang berasal dari air limbah toilet, kegiatan di dapur dan juga kegiatan ibadah. Sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah agar memenuhi baku mutu lingkungan sesuai perundang-undangan. Pembangunan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) secara terpusat dapat menjadi salah satu solusi pengelolaan air buangan. Perencanaan ini bertujuan untuk menghitung debit air limbah berdasarkan jenis alat plambing dan luas efektif lahan, merencanakan instalasi unit pengolahan dan sistem penyaluran air limbah domestik serta merencanakan anggaran biaya yang diperlukan. Alternatif pengolahan menggunakan teknologi biofilter anaerob aerob. Unit pengolahan air limbah berupa *grease trap*, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak biofilter anaerob, bak biofilter aerob, bak pengendapan akhir dan bak desinfeksi. Total anggaran biaya yang diperlukan sebesar Rp. 1,283,335,009.00.

Kata kunci : air limbah domestik, biofilter anaerob aerob, IPAL, pondok pasantren.

ABSTRACT

Pondok Modern Al-Jauhar was established in 2020, the existing condition of water management is using a local system (on site), namely septic tank and non-standard tank. Domestic wastewater produced are black water and grey water which derive from toilet, kitchen activities and also religious activities. So it is necessary to do wastewater treatment to fulfill of environmental quality standards according to legislation. Wastewater Domestic Treatment Plant Centralized is the solution. This plan aims to calculate the discharge of wastewater based on the type of plumbing equipment and the effective area of land, plan the installation of a treatment unit and domestic wastewater distribution system and plan the required budget. Alternative processing using aerobic anaerobic biofilter technology. Wastewater treatment units include grease traps, equalization tank, initial settling tank, anaerobic biofilter tank, aerobic biofilter tank, final settling tank and disinfection tank. The total budget required is Rp. 1,283,335,009.00.

Keywords: aerobic anaerobic biofilter, domestic wastewater, Islamic boarding school, WWTP

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan Masalah	15
1.3 Tujuan Perencanaan	16
1.4 Manfaat Rancangan	16
1.5 Batasan Masalah.....	16
II. TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan	18
2.2. Air Limbah Domestik	18
2.1.1. Pengertian Air Limbah Domestik	18
2.1.2. Karakteristik Air Limbah Domestik.....	19
2.1.3. Baku Mutu Air Limbah Domestik	22
2.3. Perhitungan Debit Air Bersih.....	23
2.3.1. Berdasarkan Jumlah Penghuni Bangunan.....	23
2.3.2. Berdasarkan Jenis dan Alat Plambing.....	24
2.3.3. Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing	27
2.3.4. Berdasarkan Luas Lantai Efektif Penghuni Bangunan.....	29
2.4. Perhitungan Debit Air Limbah	30
2.4.1. Debit Air Limbah Rata – rata	30
2.4.2. Debit Air Limbah Minimum dan Puncak	31
2.4.3. Debit Infiltrasi.....	32
2.4.4. Debit Desain.....	33
2.5. Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah	33
2.5.1. Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik	33

2.5.2.	Perhitungan Hidrolis Pipa Air Limbah.....	38
2.5.3.	Perhitungan Saluran Air Limbah.....	40
2.5.4.	Perhitungan Diameter Pipa Air Limbah	42
2.3.4.	Perhitungan Kecepatan Pengaliran Pada Pipa Air Limbah	43
2.3.5.	Kerugian Tinggi Tekan (<i>Headloss</i>)	45
2.3.6.	Perhitungan Volume Galian Penanaman Pipa Air Limbah	46
2.3.5.	Bangunan Pelengkap.....	48
2.6.	Perencanaan Pengolahan Air Limbah	49
2.6.1.	Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik	50
2.6.2.	Kriteria Pemilihan Pengolahan Air Limbah Domestik.....	65
2.7.	Rencana Anggaran Biaya	66
III.	METODE PERANCANGAN.....	67
3.1.	Kerangka Perencanaan.....	67
3.2.	Uraian Kegiatan Perencanaan	69
3.3.	Waktu dan Tempat Perencanaan	71
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
4. 1.	Gambaran Umum Lokasi Perencanaan	72
4. 2.	Perhitungan Kuantitas Air Limbah	73
4.2.1.	Perhitungan Berdasarkan Luas Lantai Efektif Bangunan	76
4.2.2.	Perhitungan Berdasarkan Jumlah dan Alat Jenis Alat Plumbing... 79	
4.2.3.	Perhitungan Berdasarkan Unit Alat Beban Plumbing	81
4. 3.	Penentuan Kuantitas Air Limbah	82
4. 4.	Pemilihan Lokasi IPAL	83
4. 5.	Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik di Pondok Modern Al-Jauhar.....	89
4.5.1.	Sistem Penyaluran Air Limbah	89
4.5.2.	Debit Rencana Air Limbah	96
4.5.3.	Dimensi dan Kecepatan Pengaliran Pada Pipa Air Bersih	101
4.5.4.	Penanaman Pipa.....	105
4.5.5.	Manhole.....	107
4.5.6.	Profil Hidrolis Penyaluran Air Limbah Domestik.....	109
4. 6.	Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Pondok Modern Al-Jauhar.....	115
4.6.1.	Karakteristik Air Limbah Domestik.....	115
4.6.2.	Pemilihan Alternatif Pengolahan.....	116

4.6.3.	Penentuan Unit-Unit Instalasi Pengolahan.....	117
4.6.4.	Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah	119
4.6.5.	Efisiensi Removal Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL).....	128
4.6.6.	Profil Hidrolis Bangunan	130
4.6.7.	Perhitungan Kesetimbangan Massa.....	131
4. 7.	Rencana Anggaran Biaya	134
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	140
5.1.	Kesimpulan	140
5.2.	Saran	140
	DAFTAR RUJUKAN.....	141
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	22
Tabel 2. 2 Pemakaian Air Dingin Minimum sesuai dengan Penggunaan Gedung	23
Tabel 2. 3 Kebutuhan Air Tiap Alat Plambing	25
Tabel 2. 4 Faktor Pemakaian Serentak (%) Terhadap Jumlah Alat Plambing	26
Tabel 2. 5 Unit Alat Plambing Untuk Penyediaan Air Bersih	27
Tabel 2. 6 Pemakaian Rata – Rata Air Bersih Per Orang Per Hari	29
Tabel 2. 7 Parameter Perbandingan Sistem Off-site dan On-Site	34
Tabel 2. 8 Perbandingan Sistem On-site dan Off-site	35
Tabel 2. 9 Perbandingan Jenis-Jenis Sistem Penyaluran Air Limbah	37
Tabel 2. 10 Koefisien kekerasan pipa	40
Tabel 2. 11 Slope Minimum berdasarkan Diameter Pipa	41
Tabel 2. 12 Diameter dan Kemiringan berdasarkan Jenis Saluran	43
Tabel 2. 13 Jarak antar Manhole pada Jalur Lurus.....	48
Tabel 2. 14 Diameter Manhole berdasarkan Kedalaman.....	48
Tabel 2. 15 Dimensi Lubang Inspeksi.....	49
Tabel 2. 16 Kelebihan dan Kekurangan ABR	53
Tabel 2. 17 Kriteria Perencanaan Biofilter Anaerob-Aerob	64
Tabel 3. 1 Skoring Pemilihan Teknologi	70
Tabel 4. 1 Prakiraan Jumlah Penguni Berdasarkan Luas Lantai Efektif Bangunan di Wilayah Pondok Modern Al-Jauhar	77
Tabel 4. 2 Perhitungan Debit Air Limbah Berdasarkan Luas Lantai Efektif Bangunan di.....	78
Tabel 4. 3 Debit Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah dan Jenis Alat Plambing Pada Tiap Bangunan.....	80
Tabel 4. 4 Debit Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Unit Alat Beban Plambing Pada Tiap Bangunan	81
Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Perhitungan Terhadap Masing – Masing Metode	83
Tabel 4. 6 Pemilihan Lokasi IPAL.....	87

Tabel 4. 7 Pemilihan Penyaluran Air Limbah	94
Tabel 4. 8 Perhitungan Debit Tiap Bangunan Jalur Perpipaan	97
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Debit Air Limbah Tiap Jalur Pipa	99
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Dimensi, Kemiringan Serta Kecepatan Pada Jalur Pipa	102
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Penanaman Pipa.....	106
Tabel 4. 12 Penggunaan Manhole	108
Tabel 4. 13 Karakteristik Air Limbah Pondok	115
Tabel 4. 14 Skoring Pemilihan Teknologi	116
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Dimensi Grease Trap	120
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Ekualisasi.....	122
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Pengendap Awal.....	123
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Anaerob.....	124
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Biofilter Aerob.....	125
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Pengendap Akhir	126
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Perancangan Bak Desinfeksi	127
Tabel 4. 22 Efisiensi Removal Perencanaan IPAL Pondok Modern AI – Jauhar	129
Tabel 4. 23 Perbandingan Effluent IPAL dengan Baku Mutu Air Limbah	130
Tabel 4. 24 RAB Persiapan	135
Tabel 4. 25 RAB Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik	135
Tabel 4. 26 RAB Pengolahan Air Limbah Domestik	137
Tabel 4. 27 Rekapitulasi RAB Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Untuk unit beban sampai 3000	28
Gambar 2. 2 Untuk unit beban sampai 250	28
Gambar 2. 3 Grafik Peaking Factor for Domestic Wastewater Flows.....	32
Gambar 2. 4 Conventional Sewerage (Tilley dkk., 2014).....	36
Gambar 2. 5 Solid-Free Sewerage (Tilley dkk., 2014)	36
Gambar 2. 6 Simplified shallow sewer (Tilley dkk., 2014).....	37
Gambar 2. 7 Penampang Melintang Pipa Air Limbah Sumber: Tchobanoglous, 1981.....	39
Gambar 2. 8 Gambar Aliran Energi Pada Saluran	45
Gambar 2. 9 Contoh Bentuk Galian untuk Pipa Air Limbah.....	47
Gambar 2. 10 Contoh Desain ABR (Tilley dkk., 2014).....	52
Gambar 2. 11 a) Unit RBC dengan perendaman sekitar 40%, (b) Unit RBC dengan perendaman lebih dalam (Cortez, et al, 2013).....	54
Gambar 2. 12 Mekanisme Proses Metabolisme di Dalam Sistem Biofilm.....	58
Gambar 2. 13 Beberapa Metoda Aerasi dengan Sistem Biofilter Tercelup.	60
Gambar 2. 14 Diagram Proses Pengolahan.....	61
Gambar 2. 15 Skema Proses Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob.....	64
Gambar 3. 1 Bagian Alir Kerangka Perencanaan	68
Gambar 4. 1 Bangunan Saat Ini Pondok Modern Al-Jauhar	74
Gambar 4. 2 Rencana Pengembangan Bangunan Pondok Modern Al - Jauhar	75
Gambar 4. 3 Perhitungan Kurva Hubungan Unit Alat Beban Plambing dengan Laju Aliran	82
Gambar 4. 4 Lokasi IPAL Alternatif A	84
Gambar 4. 5 Lokasi IPAL Alternatif B	85
Gambar 4. 6 Lokasi IPAL Alternatif C	86
Gambar 4. 7 Dokumentasi Lokasi IPAL terpilih	88
Gambar 4. 8 Penyaluran Air Limbah Alternatif A.....	91
Gambar 4. 9 Penyaluran Air Limbah Alternatif B.....	92
Gambar 4. 10 Penyaluran Air Limbah Alternatif C	93
Gambar 4. 11 Skema Penyaluran Air Limbah	95

Gambar 4. 12 Ilustrasi tinggi muka air pada pipa	104
Gambar 4. 13 Profil Hidrolis Jalur A1 - IPAL	110
Gambar 4. 14 Profil Hidrolis Jalur B1 - IPAL	111
Gambar 4. 15 Profil Hidrolis B3 - IPAL	112
Gambar 4. 16 Profil Hidrolis Jalur B6 - IPAL	113
Gambar 4. 17 Profil Hidrolis Jalur G1 – IPAL & E1 - IPAL.....	114
Gambar 4. 18 Skema Proses Instalasi Pengolahan Air Limbah	118
Gambar 4. 19 Grease Trap Pondok Modern Al-Jauhar	121
Gambar 4. 20 Bak Ekualisasai Pondok Modern Al-Jauhar	122
Gambar 4. 21 Desain IPAL Pondok Modern Al-Jauhar.....	126
Gambar 4. 22 Potongan B, C, D dan E IPAL Pondok Modern Al-Jauhar.....	127
Gambar 4. 23 Desain Bak Desinfeksi Pondok Modern Al - Jauhar	128
Gambar 4. 24 Keseimbangan Massa	133