

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LEACHATE*
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR PIYUNGAN YOGYAKARTA**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
SIMPLISIUS PRIMA NARENDRA
NPM. : 07 02 12826



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, MARET 2011**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LEACHATE*
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR PIYUNGAN YOGYAKARTA**

Oleh :

SIMPLISIUS PRIMA NARENDRA

NPM. : 07 02 12826

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, *14 Maret 2011*.

Pembimbing



(Anastasia Yunika, S.T., M.Eng)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



14/3/11
(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

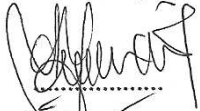
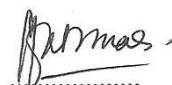
**PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LEACHATE*
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR PIYUNGAN YOGYAKARTA**

Oleh :

SIMPLISIUS PRIMA NARENDRA

NPM. : 07 02 12826

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Anastasia Yunika, S.T., M.Eng		14/3/2011
Anggota : Ir. V. Yenni Endang S., M.T		14-3-2011
Anggota : Ir. Siti Fatimah RM., M.S		14/3-2011

Matius 17:20

”Sebab Aku berkata kepadamu: Sesungguhnya sekiranya
kamu mempunyai iman sebesar biji sesawi
saja, kamu dapat berkata kepada
gunung ini:

Pindah dari tempat ini kesana,
maka gunung ini akan pindah,
dan takkan ada yang mustahil bagimu.”

”Tugas kita bukanlah untuk berhasil.

Tugas kita adalah untuk mencoba, karena di dalam mencoba itulah kita
menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil.”

~ Mario Teguh ~

”Sesuatu yang membuat saya berharga adalah bukan karena kecerdasan,
kepintaran, atau kelebihan
yang saya miliki. Tetapi yang
paling berharga adalah kelemahan saya,
yang mau saya olah bersama dengan Allah,
sehingga karya yang saya lakukan
berguna bagi orang lain.”

~ Anonim ~

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

Bunda Maria dan Tuhan Yesus Kristus,

Papa, Mama, Damian Oldi Danendra,

Lusia Viska Putriningsih,

Sahabat- sahabat seperjuangan.

KATA HANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap semoga melalui tugas akhir ini, semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan dapat selesai oleh penulis sendiri tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Anastasia Yunika, S.T, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bu Yenni, Bu Fatimah, Pak Januar dan seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik, mengajar, dan memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis.

5. Papa, Mama, Damian Oldi Danendra, yang telah memberi doa, dukungan dan dorongan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Lusya Viska Putriningsih atas cinta, kasih, doa dan semangat yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan selama kuliah Martin, Satriyo, Felix, Domi, Tami dan masih banyak lagi yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
8. Seluruh teman-teman di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, baik yang seangkatan maupun berbeda angkatan. Terima kasih atas kebersamaannya.
9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

Yogyakarta, Maret 2011

Simplisius Prima Narendra
NPM : 07 02 12826

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	4
1.5 Tujuan Tugas Akhir	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Limbah	6
2.2 Pencemaran Air	9
2.3 Sistem Pengolahan Air Limbah	10
2.4 Hujan Rencana	11
2.5 Debit	12
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Daerah Tangkapan Hujan	13
3.2 Melengkapi Data Curah Hujan	14
3.3 Data <i>Screening</i>	15
3.3.1 Uji ketiadaan trend	15
3.3.2 Uji stasioner	16
3.3.3 Uji persistensi	17
3.4 Perkiraan Jenis Distribusi	18
3.4.1 Koefisien variasi	18
3.4.2 Kemencengan	19
3.4.3 Pengukuran kurtosis	19
3.4.4 Pemilihan perkiraan jenis distribusi	20
3.5 Uji Kecocokan	20
3.6 Perhitungan Hujan Rencana	21
3.6.1 Distribusi normal	21
3.6.2 Log normal	22
3.6.3 Gumbel tipe I	22
3.6.4 Log pearson III	23

3.7 Konsep Perencanaan	24
3.7.1 Perhitungan debit	24
3.7.2 Perencanaan pipa	25
3.7.3 Perencanaan bak	26
3.8 Analisis Stabilitas	26
BAB IV METODOLOGI PERENCANAAN	28
4.1 Data	28
4.2 Pengumpulan Data	28
4.3 Tahapan Perencanaan	29
BAB V ANALISIS DATA DAN PERENCANAAN	31
5.1 Perhitungan Tinggi Hujan Rata-rata Maksimum	31
5.1.1 Penentuan daerah tangkapan hujan	31
5.1.2 Memperkirakan nilai data curah hujan yang hilang	32
5.1.3 Tinggi curah hujan maksimum setiap tahun	33
5.2 Data <i>Screening</i>	34
5.2.1 Uji ketiadaan trend	34
5.2.2 Uji stasioner	37
5.2.3 Uji persistensi	41
5.3 Perkiraan Jenis Distribusi	43
5.3.1 Koefisien variasi	43
5.3.2 Kemencengan	44
5.3.3 Pengukuran kurtosis	45
5.3.4 Pemilihan perkiraan jenis distribusi	46
5.4 Uji Kecocokan	46
5.5 Perhitungan Hujan Rencana	47
5.6 Pola Jaringan Pipa	49
5.7 Perhitungan Debit	52
5.8 Perencanaan Dimensi Pipa	55
5.8.1 Dimensi pipa A	55
5.8.2 Dimensi pipa B-B	59
5.8.3 Dimensi pipa 1-1	61
5.9 Perencanaan Dimensi Bak Instalasi Pengolahan Air Limbah	62
5.9.1 Bak anaerob	63
5.9.2 Bak fakultatif	73
5.9.3 Bak maturasi	81
5.9.4 Bak biofilter	87
5.9.5 Kolam lumpur	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	107
6.1 Kesimpulan	107
6.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Air Lindi	7
Tabel 3.1	Perkiraan Jenis Distribusi	20
Tabel 3.2	Tabel Koefisien <i>Manning</i> untuk Aliran Melalui Pipa	26
Tabel 5.1	Keterangan Data Untuk Menghitung Data Hujan Hilang	33
Tabel 5.2	Curah Hujan Maksimum Setiap Tahun	34
Tabel 5.3	Perhitungan Uji Ketiadaan Trend	36
Tabel 5.4	Perhitungan Uji Stasioner Kelompok I	38
Tabel 5.5	Perhitungan Uji Stasioner Kelompok II	38
Tabel 5.6	Perhitungan Uji Persistensi	42
Tabel 5.7	Perhitungan Koefisien Variasi	43
Tabel 5.8	Perhitungan Koefisien Kemencengan	44
Tabel 5.9	Perhitungan Pengukuran Kurtosis	45
Tabel 5.10	Perhitungan Uji Chi-Kuadrat	47
Tabel 5.11	Perhitungan Hujan Rencana Berdasarkan Distribusi Log Pearson III	48
Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Hujan Rencana Berdasarkan Distribusi Log Pearson III	49
Tabel 5.13	Gaya yang Bekerja pada Arah Lebar Bak Anaerob	66
Tabel 5.14	Gaya yang Bekerja pada Arah Panjang Bak Anaerob	71
Tabel 5.15	Gaya yang Bekerja pada Arah Panjang Bak Fakultatif	77
Tabel 5.16	Gaya yang Bekerja pada Arah Panjang Bak Maturasi	83
Tabel 5.17	Gaya yang Bekerja pada Arah Lebar Bak Biofilter	90
Tabel 5.18	Gaya yang Bekerja pada Arah Panjang Bak Biofilter	94
Tabel 5.19	Gaya yang Bekerja pada Arah Lebar Kolam Lumpur	99
Tabel 5.20	Gaya yang Bekerja pada Arah Panjang Kolam Lumpur	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Metode Poligon Thiessen	14
Gambar 3.2	Konsep Drainase Bawah Permukaan	24
Gambar 4.1	Bagan Alir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah <i>Leachate</i>	30
Gambar 5.1	Pembagian Daerah Tangkapan Hujan Berdasarkan Metode Poligon Thiessen	32
Gambar 5.2	(a) Pola Jaringan Alamiah dan (b) Pola Jaringan Paralel	50
Gambar 5.3	<i>Lay out</i> Pola Jaringan TPA	51
Gambar 5.4	Penampang Melintang Sistem Drainase <i>Leachate</i>	52
Gambar 5.5	(a) Penampang Melintang Pipa dan (b) Detail Luasan I	56
Gambar 5.6	Diagram Tekan Air dan Lumpur pada Arah Lebar Bak Anaerob	65
Gambar 5.7	Tinjauan Terhadap Potongan Arah Lebar Bak Anaerob	67
Gambar 5.8	Diagram Superposisi Potongan Arah Lebar Bak Anaerob	69
Gambar 5.9	Diagram Superposisi Potongan Arah Panjang Bak Anaerob	72
Gambar 5.10	Diagram Tekan Air pada Arah Panjang Bak Fakultatif	76
Gambar 5.11	Tinjauan Terhadap Potongan Arah Panjang Bak Fakultatif	77
Gambar 5.12	Diagram Superposisi Potongan Arah Panjang Bak Fakultatif	79
Gambar 5.13	Diagram Tekan Air dan Lumpur pada Arah Panjang Bak Maturasi	82
Gambar 5.14	Tinjauan Terhadap Potongan Arah Panjang Bak Maturasi	84
Gambar 5.15	Diagram Superposisi Potongan Arah Panjang Bak Maturasi	86
Gambar 5.16	Diagram Tekan Air pada Arah Lebar Bak Biofilter	89
Gambar 5.17	Tinjauan Terhadap Potongan Arah Lebar Bak Biofilter	90
Gambar 5.18	Diagram Superposisi Potongan Arah Lebar Bak Biofilter	92
Gambar 5.19	Diagram Superposisi Potongan Arah Panjang Bak Biofilter	95
Gambar 5.20	Diagram Tekan Air dan Lumpur pada Arah Lebar Kolam Lumpur	98
Gambar 5.21	Tinjauan Terhadap Potongan Arah Lebar Kolam Lumpur	100
Gambar 5.22	Diagram Superposisi Potongan Arah Lebar Kolam Lumpur	102
Gambar 5.23	Diagram Superposisi Potongan Arah Panjang Kolam Lumpur	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Curah hujan Stasiun Terong	110
Lampiran 2	Data Curah hujan Stasiun Terong	112
Lampiran 3	Nilai Kritik Sebaran t	128
Lampiran 4	Nilai Kritik Sebaran F	129
Lampiran 5	Nilai Kritik Sebaran Chi-Kuadrat	131
Lampiran 6	Nilai k Distribusi Log Pearson III	132
Lampiran 7	<i>Lay Out</i> TPA Piyungan	134
Lampiran 8	Potongan Pipa <i>Leachate</i>	138
Lampiran 9	Gambar Situasi IPAL dan Drainase <i>Leachate</i>	139
Lampiran 10	Gambar Situasi IPAL	140
Lampiran 11	Rencana Bak Anaerob	142
Lampiran 12	Rencana Bak Fakultatif	144
Lampiran 13	Rencana Bak Maturasi	145
Lampiran 14	Rencana Bak Biofilter	146
Lampiran 15	Rencana Bak Kolam Lumpur	148

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang basah pipa
B	= jarak antar pipa
b	= lebar tampang
C	= koefisien chezy
c_h	= kohesi
CK	= pengukuran kurtosis
CS	= koefisien kemencengan
CV	= koefisien variasi
D	= diameter
Ea	= gaya pendorong air
e	= eksentrisitas
F	= nilai distribusi F
f	= koefisien gesek
fc'	= kuat desak beton
fi	= jumlah frekuensi dalam satu rentang kelas
h	= tinggi tampang
Ho	= hipotesis awal
H_1	= hipotesis alternatif
I	= tinggi air dalam tanah
i	= kemiringan
k	= nilai distribusi k
KP	= koefisien korelasi peringkat dari Spearman
KS	= koefisien korelasi peringkat
L	= panjang pipa
l	= lebar
M	= momen
n	= jumlah data
n_i	= koefisien manning
N_x	= jumlah hujan tahunan lengkap di stasiun x
$N_1, N_2, \dots, N_n$	= jumlah hujan tahunan lengkap di stasiun terdekat dengan x
P	= keliling penampang basah pipa
p	= persentase pori tanah
p_j	= panjang
P_x	= data curah hujan yang hilang pada tanggal tertentu di stasiun x
$P_1, P_2, \dots, P_n$	= data curah hujan di stasiun terdekat dengan x
Q	= debit
q	= kemampuan/kekuatan sistem drain
S	= standar deviasi
s	= sisi miring tampang segitiga
SF	= safety factor (angka aman)
t	= nilai distribusi t
t_i	= tinggi
t_d	= lama aliran diagonal dalam tanah
t_v	= lama aliran vertikal dalam tanah

V	= beban vertikal
v	= kecepatan
V_d	= kecepatan meresap diagonal ke dalam tanah
V_c	= kuat geser beton
Vol	= volume
W	= tahanan momen tampang
X_i	= nilai tengah dari kelas
X^2	= nilai chi-kuadrat
γ	= berat unit
μ	= faktor aman tanah (4/5)
$\emptyset$	= sudut gesek tanah
σ	= tegangan desak
τ	= tegangan geser

INTISARI

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LEACHATE* TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR PIYUNGAN YOGYAKARTA, Simplisius Prima Narendra, NPM 07 02 12826, tahun 2011, Bidang Keahlian Hidro, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), jika tidak segera diolah akan memberikan dampak yang negatif terhadap lingkungan, karena akan mengalami proses dekomposisi sampah organik dan akan menghasilkan gas-gas dan cairan yang disebut air lindi atau *leachate*. Karena dampaknya yang besar, maka sebuah TPA seperti TPA Piyungan, harus memiliki instalasi pengolahan air lindi (*leachate*) yang dapat mengolah *leachate*, sehingga hasil akhir dari pengolahan *leachate* tersebut nantinya tidak lagi memiliki kandungan yang dapat menimbulkan permasalahan air tanah dalam jangka panjang.

Dalam perencanaan ini, Instalasi Pengolahan Air Limbah *Leachate* direncanakan dari awal, sehingga tidak memperhatikan kondisi TPA dan bangunan yang sudah ada. Data hidrologi untuk perencanaan adalah data curah hujan dari tahun 1985 sampai tahun 2000, dan analisis data curah hujan untuk setiap stasiun dilakukan secara harian setiap tahunnya. Perencanaan dimensi pipa *leachate* dan dimensi bak penampung berdasarkan debit daerah tangkapan. Perencanaan instalasi pengolahan *leachate* ini meliputi sistem drainase *leachate*, perhitungan debit *leachate* akibat air hujan yang dihasilkan oleh area TPA seluas 10 Ha, dan dimensi dari bak/kolam Instalasi Pengolahan Air Limbah *Leachate*. Untuk pembahasan proses pengolahan air limbah pada setiap bak pengolahan hanya berdasarkan teori.

Hasil perhitungan sistem drainase, dengan ketebalan sistem drainase sebesar 60 cm dan jarak antar pipa 10 m, serta jika terjadi hujan dengan periode ulang 5 tahunan, maka area TPA tidak akan tergenang oleh air hujan. Dimensi pipa drainase *leachate* yang digunakan adalah: untuk pipa A berdiameter 1½" (48 mm), pipa B-B berdiameter 4" (114 mm), dan pipa 1-1 berdiameter 8" (216 mm). Debit *leachate* yang dihasilkan oleh Tempat Pembuangan Akhir Piyungan Yogyakarta seluas 10 Ha adalah sebesar $2,713 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{dt}$ atau sebesar 2,713 l/dt. Dalam perencanaan bak instalasi pengolahan air limbah, dimensi yang digunakan harus diperiksa agar bisa menahan gaya internal yang terjadi, meliputi desak, geser terhadap dinding, serta patahan. Hasil perhitungan didapat dimensi untuk bak anaerob adalah panjang: 55 m, lebar: 35 m, tinggi: 4,5 m; bak fakultatif panjang: 33 m, lebar: 35 m, tinggi: 2,8 m; bak maturasi panjang: 67 m, lebar: 35 m, tinggi: 1,3 m; bak biofilter panjang: 21 m, lebar: 17 m, tinggi: 2,3 m; dan kolam lumpur panjang: 14 m, lebar: 10 m, tinggi: 1,3 m. Untuk tebal pelat dan dinding sama untuk semua bak, yaitu tebal pelat 0,5 m dan tebal dinding 0,3 m.

Kata kunci: IPAL, *leachate*, air lindi, TPA Piyungan.