

**ANALISIS KEBUTUHAN VENTILASI PADA RUANG SEWAGE
TREATMENT PLANT DENGAN EXHAUST FAN**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN VENTILASI PADA RUANG SEWAGE TREATMENT
PLANT DENGAN EXHAUST FAN



UNIVERSITAS
Disusun oleh:
MERCU BUANA
Nama : Restu Adi Prasetyo
NIM : 41317110001
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
SEPTEMBER 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Restu Adi Prasetyo
NIM : 41317110001
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Analisis Kebutuhan Ventilasi Pada Ruang Sewage Treatment Plant Dengan Exhaust Fan.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Nanang Ruhyat, Dr., MT.

NIDN : 0010046408

Penguji 1: : Subekti, M.T.

NIDN : 17730018

Penguji 2 : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D. (

NIDN : 118900633)

Jakarta, 3 Februari 2024

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

Koordinator TA



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., M.T

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Restu Adi Prasetyo

NIM : 41317110001

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEBUTUHAN VENTILASI PADA RUANG
SEWAGE TREATMENT PLANT DENGAN EXHAUST FAN

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
September 2023
Restu Adi Prasetyo



PENGHARGAAN

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis masih diberi kesempatan untuk menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada panutan kita semua, Nabi Muhammad S.A.W. beserta keluarganya, sahabatnya, alim ulama, dan kita semua selaku umatnya hingga akhir jaman. Aamiin.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapat bimbingan dan arahan dari semua pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr Eng. Imam Hidayat, ST.,M.Eng, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin.
2. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin.
3. Bapak Gian Villany Golwa, ST., MT, selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pengetahuan untuk membimbing saya juga selalu memberi motivasi dalam pengerjaan laporan ini.
5. Semua dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Meruya yang telah membantu dan memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, do'a, dan dorongan secara imateriil dan spiritual.
7. Seluruh keluarga dan sahabat tersayang yang telah memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
8. Dan semua rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin yang saling membantu agar kita saling semangat dan bisa lulus bersama di tahun ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga dengan selesainya penyusunan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca, nusa bangsa, maupun bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 3 Februari 2024



Restu Adi Prasetyo



ABSTRAK

Sewage Treatment Plant (STP) adalah infrastruktur penting untuk mengelola air limbah domestik guna mengurangi dampak polusi lingkungan. Proses pengolahan limbah di STP dapat menghasilkan gas polutan dan bau tak sedap yang memengaruhi lingkungan serta keselamatan dan kenyamanan operator. Oleh karena itu, kondisi udara di dalam ruang STP perlu dikendalikan agar memenuhi standar kualitas udara. Namun, hingga saat ini, belum ada pedoman teknis yang jelas untuk pengkondisian udara di ruang STP. Penelitian ini menguraikan pengembangan perhitungan beban pendinginan dengan metode Cooling Load Temperature Differential (CLTD) untuk merancang sistem ventilasi yang efektif di ruang STP. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan kondisi udara ideal sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, yaitu suhu sebesar $28^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan relatif 40% ~ 60%. Metode perhitungan yang digunakan menggunakan metode Cooling Load Temperature Difference. Data temperatur luar ruangan sebesar 33°C dengan RH 60%, bulan terpanas September, serta perhitungan beban pendinginan dilakukan pada pukul 10.00 sampai 16.00 WIB, didapatkan suhu sebesar 28°C dengan kelembapan relatif 60% dengan ACH 28, 35 dan 40 memiliki puncak beban pendinginan masing-masing yakni ruang STP sebesar 568,995 btu/h, 584521 btu/h & 603316 btu/h. Didapatkan suhu udara sebesar 28°C .

Kata Kunci : *Sewage Treatment Plant (STP)*, Metode *Cooling Load Temperature Differential (CLTD)*, Ventilasi

ABSTRACT

The Sewage Treatment Plant (STP) is an essential infrastructure for managing domestic wastewater to reduce environmental pollution impacts. The wastewater treatment process in STPs can generate pollutant gases and unpleasant odors that affect the environment as well as the safety and comfort of operators. Therefore, the air conditions inside the STP need to be controlled to meet air quality standards. However, to date, there are no clear technical guidelines for air conditioning in STP spaces. This research outlines the development of cooling load calculations using the Cooling Load Temperature Differential (CLTD) method to design an effective ventilation system in STP spaces. The aim of this research is to create ideal air conditions in accordance with the Indonesian Minister of Health's Decision Number 1405/MENKES/SK/XI/2002 regarding the Environmental Health Requirements for Office and Industrial Workplaces, which stipulates a temperature of 28°C ~ 30°C with relative humidity of 40% ~ 60%. The calculation method used is the Cooling Load Temperature Difference method. Outdoor temperature data of 33°C with 60% relative humidity, the hottest month being September, and cooling load calculations performed from 10:00 AM to 4:00 PM WIB (Western Indonesian Time), resulted in a temperature of 28°C with 60% relative humidity. Air changes per hour (ACH) of 28, 35, and 40 have respective peak cooling loads for the STP space of 568,995 btu/h, 584,521 btu/h, and 603,316 btu/h. The air temperature obtained is 28°C.

Keywords : Sewage Treatment Plant (STP), Cooling Load Temperature Differential (CLTD) Method,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
<i>1.1 LATAR BELAKANG</i>	<i>1</i>
<i>1.2 RUMUSAN MASALAH</i>	<i>3</i>
<i>1.3 TUJUAN</i>	<i>3</i>
<i>1.4 MANFAAT</i>	<i>3</i>
<i>1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH</i>	<i>3</i>
<i>1.6 SISTEMATIKA PENULISAN</i>	<i>4</i>
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
<i>2.1 PENELITIAN TERDAHULU</i>	<i>5</i>
<i>2.2 PENGERTIAN UMUM SEWAGE TREATMENT PLANT (STP)</i>	<i>7</i>
<i>2.3 PENGERTIAN UMUM VENTILASI MEKANIS</i>	<i>7</i>
<i>2.4 PENGERTIAN BEBAN PENDINGINAN</i>	<i>8</i>
<i>2.5 METODE CLTD</i>	<i>8</i>
<i>2.6 KUALITAS UDARA</i>	<i>17</i>
BAB III	19
METODOLOGI	19
<i>3.3.1 DIAGRAM ALIR PERHITUNGAN</i>	<i>19</i>
<i>3.3.2 ALAT DAN BAHAN</i>	<i>20</i>
<i>3.3.3 DATA PENELITIAN</i>	<i>23</i>
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN	25

4.1	<i>PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN</i>	25
4.2	<i>PERHITUNGAN BEBAN PENDINGIN RUANG STP</i>	26
4.3	<i>ANALISIS PSIKOMETRI</i>	33
4.4	<i>PEMBAHASAN</i>	34
BAB V		36
	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	36
5.1	<i>KESIMPULAN</i>	36
5.2	<i>SARA</i>	36
	DAFTAR PUSTAKA	38



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	19
GAMBAR 3.2 KONTRUKSI DINDING	21
GAMBAR 3.2 LAYOUT <i>SEWAGE TREATMENT PLANT</i> (STP)	23
GAMBAR 3.3 LAYOUT <i>SEWAGE TREATMENT PLANT</i> (STP) DILENGKAPI DENGAN EXHAUST & FRESH AIR DUCTING	24
GAMBAR 3.2 DETAIL PINTU RUANG STP	24
GAMBAR 4.1 <i>PSYCHROMETRIC CHART</i> RUANG STP	34
GAMBAR 4.2 GRAFIK TOTAL BEBAN PENDINGIN RUANG STP	35



DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 PENELITIAN TERDAHULU	5
TABEL 2. 2 TYPICAL ALLOWABLE DESIGN AIR INFILTRATION RATES THROUGH EXTERIOR WINDOWS AND DOORS	14
TABEL 2. 3 EFEK AIR CHANGE RATE PADA PEGHAPUSAN PARTIKEL	18
TABEL 3.1 ALAT PENELITIAN	20
TABEL 3.2 KONTRUKSI BAHAN DINDING	21
TABEL 3.3 <i>ELECTRICAL MOTORS – HEAT LOSS TO ROOM AIR</i>	22
TABEL 3.4 JUMLAH PERALATAN	22
TABEL 4.5 BEBAN KONDUKSI MELALUI DIDING LUAR	26
TABEL 4.6 <i>SUMMARY</i> BEBAN KONDUKSI MELALUI DIDING LUAR	27
TABEL 4.7 BEBAN KONDUKSI MELALUI PARTISI	27
TABEL 4.8 TOTAL BEBAN PANAS DARI PENGHUNI RUANG STP	28
TABEL 4.9 TOTAL BEBAN PANAS DARI PENCAHAYAAN LAMPU RUANG STP	29
TABEL 4.10 TOTAL BEBAN PANAS DARI PERALATAN RUANG STP	29
TABEL 4.11 TOTAL BEBAN INFLITRASI RUANG STP	30
TABEL 4.11 TOTAL BEBAN VENTILASI DENGAN VARIASI ACH RUANG STP	31
TABEL 4.12 TOTAL BEBAN PENDINGINAN RUANG STP	31
TABEL 4.13 TOTAL BEBAN PENDINGINAN RUANG STP	32
TABEL 4.14 TOTAL BEBAN PENDINGINAN RUANG STP	32
TABEL 4.14 NILAI <i>GRAND TOTAL HEAT GAIN</i> RUANG STP	33

DAFTAR SIMBOL

Singkatan	Keterangan
Q	Beban Pendingin (Btu/hr)
A	Luas Penampang (m ²)
m	Laju Aliran Massa (lb/hr)
U	Koefisien Perpindahan Kalor (Btu/hr.ft ² .0F)
K	Koefisien Warna Dinding/Atap/Lantai
ΔT	Perbedaan Temperatur (0F)
<i>f</i>	Faktor untuk Loteng/ <i>Ceiling</i>
n	Jumlah Orang
qs/p	Beban Sensibel Per orang (Btu/hr)
ql/p	Beban Laten Per orang (Btu/hr)
qin	Daya total lampu (Watt)
Tr	Temperatur rancangan (0F)
To	Temperatur udara luar (0F)
Tmax	Temperatur udara luar maksimal (0F)
Tmin	Temperatur udara luar minimal (0F)
Tdp	Temperatur <i>Dew Point</i> (0F)
Fu	Presentase Penggunaan Lampu
Fs	<i>Factor Ballast</i> Lampu
FL	<i>Load Factor</i> Motor
V	Volume (m ³)
ωR	Rasio Kelembapan Ruangan (lb/lbda)
ωO	Rasio Kelembapan Udara Luar (lb/lbda)
Qsa	Debit Udara Catu (CFM)
Qla	Debit Udara Luar (CFM)
h	Entalphi (Btu/lb)

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
CLTD	<i>Cooling Load Temperature Difference</i>
CLTDcorr	<i>Cooling Load Temperature Difference Correction</i>
ROT	<i>Rule of Thumbs</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilating, and Air Conditioning</i>
DB	<i>Dry Bulb</i>
LM	<i>Latitude-month</i>
ACH	<i>Air Change per Hour</i>
ERSH	<i>Effective Room Sensible Heat</i>
ERLH	<i>Effective Room Laten Heat</i>
ERTH	<i>Effective Room Total Heat</i>
ESHR	<i>Effective Room Heat Factor</i>
RSHG	<i>Room Sensible Heat Gain</i>
RLHG	<i>Room Laten Heat Gain</i>
RTHG	<i>Room Total Heat Gain</i>
RSHF	<i>Room Sensible Heat Factor</i>
OASH	<i>Outdoor Sensible Heat Gain</i>
OALH	<i>Outdoor Laten Heat Gain</i>
OATH	<i>Outdoor Air Total Heat</i>
GSH	<i>Grand Sensible Heat</i>
GLH	<i>Grand Laten Heat</i>
GTH	<i>Grand Total Heat</i>
GSHF	<i>Grand Sensible Heat Factor</i>
SHF	<i>Sensible Heat Factor</i>
Ven	<i>Ventilasi</i>
Inf	<i>Infiltrasi</i>
WB	<i>Wet Bulb</i>
ADP	<i>Apparatus Dewpoint</i>
BF	<i>Bypass Factor</i>
CF	<i>Contact Factor</i>
dr	<i>Daily Range</i>

Singkatan	Keterangan
AC	<i>Air Conditioning</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
RH	<i>Relative Humidity</i>
SC	<i>Shading Coefficient</i>
SHGF	<i>Solar Heat gain Factor</i>
CLF	<i>Cooling Load Factor</i>
RA	<i>Room Air</i>
OA	<i>Outside Air</i>
EA	<i>Entering Air</i>
LA	<i>Leaving Air</i>
STP	<i>Sewage Treatment Plant</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA