

PERANCANGAN BANGUNAN
PERANCANGAN INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
STUDI KASUS INDUSTRI TAHU
DI KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR



Oleh :

NUR LAILI ALFIATIN MUKHAROMAH

NPM 21034010075

HANA NISRINA ALIFIYAH

NPM 21034010107

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2025

**PERANCANGAN BANGUNAN
PERANCANGAN INSTALASI
PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
STUDI KASUS INDUSTRI TAHU
DI KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR**



Oleh :

NUR LAILI ALFIATIN MUKHAROMAH

NPM. 21034010075

HANA NISRINA ALIFIYAH

NPM. 21034010107

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2025**

**PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) STUDI KASUS INDUSTRI TAHU
DI KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR**

PERANCANGAN BANGUNAN

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

NUR LAILI ALFIATIN MUKHAROMAH

NPM. 21034010075

HANA NISRINA ALIFIYAH

NPM. 21034010107

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

**PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) STUDI KASUS INDUSTRI TAHU
DI KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR**

Disusun Oleh :

NUR LAILI ALFIATIN MUKHAROMAH

NPM: 21034010075

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Perancangan
Bangunan Pengolahan Air Buangan
Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 15 Januari 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Okik Hendriyanto S., ST., MT
NIP. 19750717 202121 1 007

Penguji I



Ir. Tuhu Agung Rahmanto, MT
NIP. 19620501 198803 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Teknik Lingkungan



Fitra Rosariawati, ST., MT
NIP. 19750409 202121 2 004

Penguji II



Rizka Novembrianto, ST., MT
NPT. 20119871127216

Mengetahui,

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



Prof. Dr. Dra. Tariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

**PERANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
(IPAL) STUDI KASUS INDUSTRI TAHU
DI KABUPATEN TUBAN, JAWA TIMUR**

Disusun Oleh :

HANA NISRINA ALIFIYAH

NPM: 21034010107

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Perancangan
Bangunan Pengolahan Air Buangan
Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 15 Januari 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dr. Okik Hendriyanto C., ST., MT
NIP. 19750717 202121 1 007

Penguji I

Ir. Tuhu Agung Rahnanto, MT
NIP. 19620501 198803 1 001

Mengetahui,

Koordinator Progam Studi
Teknik Lingkungan

Firra Rosariawati, ST., MT
NIP. 19750409 202121 2 004

Penguji II

Rizka Novembrianto, ST., MT
NPT. 20119871127216

Mengetahui,

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Perancangan Bangunan Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Sidoarjo, Jawa Timur. Tugas Perancangan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam kurikulum Program Studi S-1 Teknik Lingkungan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Dalam penyusunan Tugas Perancangan ini, penulis menerima bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyanugroho., ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Perancangan yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan laporan ini.
4. Kedua orang tua beserta keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil serta doa yang tidak pernah putus.
5. Hana Nisrina Alifiyah selaku partner dalam Tugas Perancangan yang telah bekerja sama dengan baik dalam penyusunan laporan ini.
6. Alvin Adrian Wibisono atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.
7. Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2021 UPN “Veteran” Jawa Timur atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.

Penulis telah berupaya semaksimal mungkin untuk menyusun Tugas Perancangan ini dengan baik. Namun demikian, penulis menyadari bahwa karya ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik yang membangun sebagai bahan perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, 25 Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	3
1.3 Ruang Lingkup	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Industri Tahu Kabupaten Tuban	5
2.1.1 Proses Pembuatan Tahu	5
2.2 Karakteristik Air Limbah Industri Tahu	6
2.2.1 Derajat Keasaman (pH).....	7
2.2.2 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD).....	7
2.2.3 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	8
2.2.4 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	9
2.3 Standar Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu	10
2.4 Bangunan Pengolahan Air Buangan	10
2.4.1 Saluran Pembawa	12
2.4.2 <i>Screen</i>	14
2.4.3 Bak Penampung.....	20
2.4.4 Netralisasi.....	23
2.4.5 Koagulasi-Flokulasi	24
2.4.6 Bak Pengendap 1	31
2.4.7 MBBR	36

2.4.8 Clarifier	37
2.4.9 <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB)	40
2.5 Profil Hidrolis	45
2.6 BOQ dan RAB	47
BAB 3	49
DATA PERENCANAAN.....	49
3.1 Periode Perencanaan	49
3.2 Kapasitas Pengolahan	49
3.2.1 Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Timur	49
3.2.2 Proyeksi Penduduk Provinsi Jawa Timur.....	50
3.2.3 Metode yang Dipilih.....	50
3.3 Karakteristik Air Limbah.....	53
3.4 Standar Baku Mutu	53
3.5 Alternatif Pengolahan	55
BAB 5	65
<i>DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)</i>.....	65
5.1 Saluran Pembawa dan <i>Screening</i>	65
5.1.1 Perencanaan Saluran Pembawa.....	65
5.1.2 Perencanaan Bar <i>Screen</i>	68
5.2 Bak Penampung	71
5.3 Netralisasi	76
5.4 Koagulasi-Flokulasi.....	90
5.4.1 Koagulasi.....	90
5.4.2 Flokulasi	105
5.5 Bak Pengendap I	111
5.5.1 Zona Inlet	111
5.5.2 Zona Pengendapan (<i>Settling Zone</i>)	113
5.5.3 Zona Transisi Sedimentasi (<i>Transition Zone</i>).....	120
5.5.4 Zona Lumpur (<i>Sludge Zone</i>)	123
5.5.5 Zona Pelimpah.....	128
5.5.6 Zona Outlet.....	132

5.6 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	135
5.6.1 MBBR 1	135
5.6.2 MBBR 2	146
5.7 Bak Pengendap II (Clarifier)	157
5.7.1 Zona Settling	160
5.7.2 Zona Inlet	163
5.7.3 Zona Thickening	164
5.7.4 Zona Sludge.....	165
2.7.5 Zona Outlet.....	169
5.8 <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB)	172
BAB 6	177
PROFIL HIDROLIS.....	177
6.1 Profil Hidrolis	177
6.2 Saluran Pembawa dan Bar Screen	177
6.3 Bak Penampung	178
6.4 Netralisasi	178
6.5 Koagulasi-Flokulasi.....	179
6.5.1 Koagulasi.....	179
6.5.2 Flokulasi	180
6.6 Bak Pengendap I (Sedimentasi).....	181
6.6 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR) 1 & 2	183
6.7 Clarifier.....	183
6.8 <i>Sludge Drying Bed</i> (SDB)	184
BAB 7	185
BOQ DAN RAB.....	185
7.1 Bill of Quantity (BOQ).....	185
7.1.1 BOQ Galian.....	185
7.2.1 BOQ Pembetonan.....	186
7.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	187
7.2.1 RAB Pekerjaan Persiapan	187
7.2.2 RAB Sistem Manajemen K3 (SMK3).....	188

7.2.3 RAB Tenaga Kerja SDM dan Non-SDM.....	189
7.2.4 RAB Pekerjaan Galian Bangunan IPAL	189
7.2.5 RAB Pekerjaan Pembetonan Bangunan IPAL	190
7.2.6 RAB Pengadaan Aksesoris Bangunan IPAL	191
7.2.7 RAB Pemasangan Aksesoris Bangunan IPAL	193
7.2.8 RAB Total Pembangunan IPAL.....	195
DAFTAR PUSTAKA.....	196
LAMPIRAN A.....	199
LAMPIRAN B	225

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Proses Pembuatan Tahu	6
Gambar 2. 2 Saluran Terbuka.....	12
Gambar 2. 3 Saluran Tertutup	13
Gambar 2. 4 Bentuk-Bentuk dari Saluran Terbuka	13
Gambar 2. 5 Unit Bar <i>Screen</i> Mekanik dan Manual	15
Gambar 2. 6 <i>Fine Screen</i>	16
Gambar 2. 7 Unit Bak Penampung.....	21
Gambar 2. 8 Tipe Turbine Impeller.....	28
Gambar 2. 9 Tipe Paddle	29
Gambar 2. 10 Bak Pengendap (<i>Sedimentation Rectangular</i>).....	32
Gambar 2. 11 Susunan Pelimpah Zona <i>Outlet</i>	33
Gambar 2. 12 Gambar Proses MBBR Secara Umum.....	37
Gambar 2. 13 Reaktor Aerob, Anaerob Anoksik dan Carrier	37
Gambar 2. 14 Unit Clarifier.....	38
Gambar 2. 15 Bak <i>Sludge Drying Bed</i>	43
Gambar 3. 1 Layout Penempatan IPAL Industri Tahu Kabupaten Tuban	49
Gambar 3. 2 Grafik Proyeksi Penduduk Metode <i>Least Square</i>	51
Gambar 3. 3 Alternatif Pengolahan 1	55
Gambar 5. 1 Pompa Grundfos SLV.80.100.11.A.EX.4.50B.C	74
Gambar 5. 2 Spesifikasi Pipa <i>Outlet</i> Bak Penampung	75
Gambar 5. 3 Spesifikasi Tangki ZTF-800	81
Gambar 5. 4 Spesifikasi TECO AEEB/AEBV	83
Gambar 5. 5 Spesifikasi Tangki ZTF-1500	85
Gambar 5. 6 Spesifikasi TECO AEEB/AEBV	86
Gambar 5. 7 Spesifikasi Pipa Outlet Netralisasi.....	89
Gambar 5. 8 Spesifikasi Tangki ZTF-500	95
Gambar 5. 9 Spesifikasi TECO AEEB/AEBV	97
Gambar 5. 10 Spesifikasi Pipa <i>Discharge</i> Koagulasi.....	99
Gambar 5. 11 Spesifikasi Tangki ZTF-2000	100

Gambar 5. 12 Spesifikasi TECO AEEB/AEBV	101
Gambar 5. 13 Spesifikasi Pipa Outlet Koagulasi	103
Gambar 5. 14 Spesifikasi TECO AEEB/AEBV	107
Gambar 5. 15 Spesifikasi Pipa Outlet Flokulasi.....	109
Gambar 5. 16 Grafik Kecepatan Pengendapan Partikel pada Sedimentasi	116
Gambar 5. 17 Dimensi Ruang Lumpur	125
Gambar 5. 18 Spesifikasi Pompa Penguras Lumpur	126
Gambar 5. 19 Spesifikasi Pipa Lumpur Bak Pengendap 1.....	127
Gambar 5. 20 Spesifikasi Pipa Outlet Bak Pengendap 1.....	134
Gambar 5. 21 Spesifikasi Diffuser MBBR 1.....	142
Gambar 5. 22 Blower MBBR 1	143
Gambar 5. 23 Spesifikasi Pipa Outlet MBBR 1	144
Gambar 5. 24 Spesifikasi Diffuser MBBR 2.....	153
Gambar 5. 25 Blower MBBR 2	155
Gambar 5. 26 Spesifikasi Pipa Outlet MBBR 2	156
Gambar 5. 27 Spesifikasi Pipa Inlet Clarifier.....	164
Gambar 5. 28 Spesifikasi Pompa Penguras Lumpur	167
Gambar 5. 29 Spesifikasi Pipa Lumpur Clarifier	168
Gambar 5. 30 Spesifikasi Pipa Outlet Clarifier	172
Gambar 5. 31 Spesifikasi Pipa Underdrain SDB.....	176

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Industri Pengolahan Kedelai (Tahu)	10
Tabel 2. 2 Koefisien Manning untuk Saluran Pembawa	14
Tabel 2. 3 Kriteria Perencanaan Saringan Kasar	15
Tabel 2. 4 Kriteria <i>Fine Screen</i>	17
Tabel 2. 5 Persen Removal Saringan Halus	18
Tabel 2. 6 Klasifikasi <i>Fine Screen</i>	18
Tabel 2. 7 Tabel Faktor Bentuk <i>Screen</i>	19
Tabel 2. 8 Kriteria Perencanaan Bak Penampung	21
Tabel 2. 9 Karakteristik Pompa Bangunan Pengolahan Air.....	22
Tabel 2. 10 Hubungan Waktu Detensi & Gradien Kecepatan Pengaduk Cepat .	28
Tabel 2. 11 Nilai konstanta KL dan KT	30
Tabel 2. 12 Kriteria Perencanaan Bak Pengendap I (Sedimentasi).....	33
Tabel 2. 13 Kriteria Perencanaan Bak Pengendap II (Clarifier)	39
Tabel 2. 14 Kelebihan dan Kekurangan Unit <i>Sludge Drying Bed</i>	43
Tabel 2. 15 Kriteria Perencanaan <i>Sludge Drying Bed</i>	44
Tabel 2. 16 Karakteristik Pompa	46
Tabel 3. 1 Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Timur	50
Tabel 3. 2 Rekap Proyeksi Penduduk.....	50
Tabel 3. 3 Perhitungan Korelasi Metode Least Square	51
Tabel 3. 4 Proyeksi Penduduk Provinsi Jawa Timur.....	51
Tabel 3. 5 Karakteristik Air Limbah	53
Tabel 3. 6 Baku Mutu Limbah Industri Tahu.....	54
Tabel 4. 1 Neraca Massa Saluran Pembawa dan <i>Screening</i>	56
Tabel 4. 2 Neraca Massa Bak Penampung	57
Tabel 4. 3 Neraca Massa Netralisasi	58
Tabel 4. 4 Neraca Massa Koagulasi Flokulasi	59
Tabel 4. 5 Neraca Massa Bak Pengendap 1	60
Tabel 4. 6 Neraca Massa MBBR 1	61
Tabel 4. 7 Neraca Massa MBBR 2	62

Tabel 4. 8 Neraca Massa Clarifier	63
Tabel 4. 9 Neraca Massa Akhir	64
Tabel 7. 1 BOQ Galian.....	185
Tabel 7. 2 BOQ Pembetonan.....	186
Tabel 7. 3 RAB Pekerjaan Persiapan	187
Tabel 7. 4 RAB Sistem Manajemen K3	188
Tabel 7. 5 RAB Tenaga Kerja SDM dan Non-SDM.....	189
Tabel 7. 6 RAB Galian Bangunan.....	189
Tabel 7. 7 RAB Pembetonan Bangunan.....	190
Tabel 7. 8 RAB Pengadaan Aksesoris Bangunan	191
Tabel 7. 9 RAB Pemasangan Aksesoris Bangunan.....	193
Tabel 7. 10 RAB Total Pembangunan IPAL.....	195