

**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 Progam Studi  
Teknik Lingkungan

**Fitra Rosariawan, 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

**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. 019650403 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

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB 1</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
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
<b>BAB 2</b> .....	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
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
<b>BAB 3 .....</b>	<b>49</b>
<b>DATA PERENCANAAN.....</b>	<b>49</b>
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
<b>BAB 5 .....</b>	<b>65</b>
<b><i>DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED)</i>.....</b>	<b>65</b>
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
<b>BAB 6 .....</b>	<b>177</b>
<b>PROFIL HIDROLIS.....</b>	<b>177</b>
6.1 Profil Hidrolis .....	177
6.2 Saluran Pembawa dan Bar <i>Screen</i> .....	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
<b>BAB 7 .....</b>	<b>185</b>
<b>BOQ DAN RAB.....</b>	<b>185</b>
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
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>196</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>199</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>225</b>

## DAFTAR GAMBAR

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

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

## DAFTAR TABEL

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

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