

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN  
SISTEM *LAGOON***

**(Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*)  
Nusa Dua, Bali)**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

ADINDA MAWAR SARONDANI PUTRI MULOKO

NPM : 15 02 16191 / TS



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2019**

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul :

### **EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM *LAGOON***

**(Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*)  
Nusa Dua, Bali)**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan saya kembalikan kepada Rektor Univeritas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, Januari 2020

Yang membuat pernyataan

(Adinda Mawar Sarondani Putri Muloko)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN  
SISTEM *LAGOON*  
(Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*)  
Nusa Dua, Bali)**

Oleh :

ADINDA MAWAR SARONDANI PUTRI MULOKO

NPM : 15 02 16191

Telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 18 Januari 2020

Pembimbing



(Ir. V. Yenni Endang S., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. A. Y. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM LAGOON

(Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*))

Nusa Dua, Bali)



Oleh :

Adinda Mawar Sarondani Putri Muloko

NPM : 15 02 16191

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing	: Ir. V. Yenni Endang, S., M.T.	20 Jan 20	
Penguji I	: Agatha Padma L. S.T., M.Eng	17.01.20	
Penguji II	Junaedi Utomo. Ir., M. Eng., Dr.	16/1/20	

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, yang oleh karena berkat, anugerah, dan kemurahan-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM *LAGOON* (Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*) Nusa Dua, Bali)”**. Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Selama proses pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan serta doa dari berbagai pihak, sehingga dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Agatha Padma Laksitaningtyas S.T., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir Bidang Keairan Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta
4. Ibu Ir. V. Yenni Endang S., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan kepada penulis selama pengerjaan dan penyusunan laporan.
5. Seluruh Dosen dan Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

6. Keluarga penulis, Bapak dan Mama yang selalu mendukung dan mendoakan penulis serta adik-adik lucu dan manis Beck's dan Cherryl yang selalu memberi keceriaan kepada penulis selama proses pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
7. Kepada PT. ITDC Nusa Dua, Bali, selaku pengelola IPAL (*Lagoon*) ITDC Nusa Dua yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian serta bersedia memberikan arahan serta data-data yang penulis perlukan.
8. Teman-teman PMK Oikumene Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yang telah menjadi keluarga dan rumah kedua bagi penulis di Yogyakarta selama masa perkuliahan hingga saat ini.
9. Teman-teman Bidikmisi, PSSB, Kelompok 157 Kerungan Raya KKN 73, seluruh Staff (Karyawan) dan Student Staff Perpustakaan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendukung dan bersedia menjadi tempat penulis berkeluh kesah dan meminta pendapat serta saran selama pengerjaan laporan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata penulis berharap kiranya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Tuhan memberkati.

Yogyakarta, Desember 2019

Adinda Mawar Sarondani Putri muloko

(15 02 16191)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGHANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR INTISARI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Tugas Akhir .....	7
1.5 Keaslian Tugas Akhir.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Definisi Air Limbah .....	8
2.1.1 Air Limbah Secara Umum.....	8
2.1.2 Air Limbah Domestik.....	8

2.1.3 Sumber Air Limbah .....	9
2.1.4 Karakteristik Air Limbah.....	10
2.2 Pengolahan Air Limbah dengan Kolam (Pond) dan <i>Lagoon</i> .....	13
2.2.1 Jenis-Jenis Kolam Unit IPAL ITDC Nusa Dua.....	14
2.3 Peraturan Baku Mutu Air Limbah.....	18
2.4 Dasar-Dasar Perhitungan Parameter Evaluasi Unit IPAL .....	20
2.5 Efisiensi Removal .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Metode Penelitian.....	30
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
3.2.1 Lokasi Penelitian .....	30
3.2.2 Waktu Penelitian .....	31
3.3 Kerangka Penelitian .....	31
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	33
3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder .....	33
3.5 Identifikasi Masalah.....	35
3.5.1 Tahap Penyaluran Air Limbah dan Air Irigasi oleh IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua .....	35
3.5.2 Sumber Air Limbah yang Mengalir .....	37
3.6 Tahap Pengolahan Data.....	37
3.6.1 Analisis <i>Inlet</i> Air Limbah .....	37
3.6.2 Analisis Pengolahan Air Limbah .....	38
3.6.3 Analisis <i>Outlet</i> Air Limbah .....	49



<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1 Observasi Lapangan .....	40
4.2 Mengenai IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua, Bali .....	40
4.2.1 Desain IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua .....	40
4.3 Pemanfaatan IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua, Bali.....	45
4.4 Hasil Penelitian.....	46
4.5 Kualitas Air Limbah .....	46
4.6 Debit Air Limbah .....	51
4.7 Evaluasi Tiap Unit IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua.....	52
4.7.1 Waktu Tinggal Hidrolik, <i>Hydraulic Retention Time (HDT)</i> .....	52
4.7.2 Kebutuhan Oksigen .....	57
4.7.3 Durasi Mesin Aerator .....	59
4.7.4 Kebutuhan Air Bersih .....	61
4.7.5 Spesifikasi Pompa .....	67
4.7.6 Kehilangan Energi pada Pipa .....	71
4.7.7 <i>Collection Pit</i> .....	75
4.8 Efisiensi Removal Total Proses Pengolahan .....	77
4.9 Evaluasi Dimensi Kolam Anaerobik dan Kolam Aerobik serta <i>Collection Pit</i> dan Durasi Mesin Aerator.....	80
4.10 Rekapitulasi Hasil Analisis.....	86

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>92</b>
5.1 Kesimpulan .....	92
5.2 Saran.....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>95</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>96</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Acara kegiatan	(4)
<b>Tabel 2.1</b> Baku Mutu Air Limbah	(19)
<b>Tabel 2.2</b> Baku Mutu Air Limbah	(22)
<b>Tabel 3.1</b> Data Sekunder	(32)
<b>Tabel 4.1</b> Kualitas air Sel IA	(46)
<b>Tabel 4.2</b> Kualitas air Sel IB	(47)
<b>Tabel 4.3</b> Kualitas air Sel IIA	(47)
<b>Tabel 4.4</b> Kualitas air Sel IIB	(48)
<b>Tabel 4.5</b> Kualitas air Sel III	(48)
<b>Tabel 4.6</b> Kualitas air Kolam Aerasi	(49)
<b>Tabel 4.7</b> Kualitas air Kolam Sedimentasi	(49)
<b>Tabel 4.8</b> Kualitas air <i>Ground Tank</i>	(50)
<b>Tabel 4.9</b> Kualitas air <i>Ground Tank</i>	(50)
<b>Tabel 4.10</b> Volume <i>Input</i> (2014 – 2018)	(51)
<b>Tabel 4.11</b> Volume <i>Output</i> (2014 – 2018)	(51)
<b>Tabel 4.12</b> Waktu operasi mesin <i>aerator</i>	(60)
<b>Tabel 4.13</b> Tabel Alat Plumbing	(61)
<b>Tabel 4.14</b> Tabel Unit Beban alat plambing Jalur Pulau Kecil	(62)

<b>Tabel 4.15</b> Tabel Total Jumlah Unit Beban alat plambing Jalur Pulau Kecil	(62)
<b>Tabel 4.16</b> Tabel Unit Beban alat plambing Jalur Pulau Besar	(63)
<b>Tabel 4.17</b> Tabel Total Jumlah Unit Beban alat plambing Jalur Pulau Besar	(64)
<b>Tabel 4.19</b> Tabel Rekapan Dimensi pipa, Debit dan Kecepatan air limbah pada Jalur Pulau Besar dan Jalur Pulau Kecil	(65)
<b>Tabel 4.20</b> Hasil Uji Laboratorium <i>Input</i> air limbah	(72)
<b>Tabel 4.21</b> Hasil Uji Laboratorium <i>Output</i> air limbah	(78)
<b>Tabel 4.22</b> Rekapan Efisiensi Removal tahun 2014-2018	(78)
<b>Tabel 4.22</b> Syarat atau Standar Analisis Unit Pengolahan Air Limbah	(79)
<b>Tabel 4.23</b> Rekapitulasi Hasil Analisis Unit Pengolahan Air Limbah	(85)
<b>Tabel 4.24</b> Rekapitulasi Hasil Analisis BOD dan COD (Data kualitas air limbah tahun 2018)	(86)
<b>Tabel 4.25</b> Rekapitulasi Kualitas Air Limbah dengan Syarat atau Standar menurut Peraturan Gubernur Provinsi Bali No.16 Tahun 2016	(91)

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Lokasi IPAL ITDC	(3)
<b>Gambar 2.1.</b> Komposisi air limbah	(9)
<b>Gambar 2.2</b> Jenis Kolam IPAL dengan sistem <i>Lagoon</i>	(14)
<b>Gambar 2.3</b> Grafik hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 3000)	(22)
<b>Gambar 2.4</b> Grafik <i>peaking factor</i>	(24)
<b>Gambar 2.5</b> Tabel diameter Pipa <i>Wavin</i>	(25)
<b>Gambar 2.6</b> Grafik <i>Hydraulic Elements for Circular Sewer</i>	(26)
<b>Gambar 2.7</b> Koefisien Pipa <i>Hazen – William</i>	(29)
<b>Gambar 3.1</b> Gambar lokasi IPAL ITDC	(31)
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	(35)
<b>Gambar 3.3</b> <i>Site Plan</i> IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua	(36)
<b>Gambar 4.1</b> <i>Layout</i> IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua	(41)
<b>Gambar 4.2</b> Skematik Sitem Pengolahan Air Limbah pada IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC, Nusa Dua	(42)
<b>Gambar 4.3</b> Tabel Unit Alat Plambing untuk Penyediaan Air Dingin	(63)
<b>Gambar 4.4</b> Grafik hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 3000)	(65)
<b>Gambar 4.5</b> Grafik hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 3000)	(66)

<b>Gambar 4.6</b> Grafik <i>Peaking Factor</i>	(68)
<b>Gambar 4.7</b> Tabel Koefisien kekasaran pipa <i>Hazen-William</i>	(73)
<b>Gambar 4.8</b> Tabel Diameter pipa setara <i>Wavin</i>	(74)
<b>Gambar 4.9</b> Grafik <i>Hydraulic Elements for Circular Sewer</i>	(74)
<b>Gambar 4.10</b> Skematik Aliran Proses Pengolahan dan Produksi	(90)

Air Limbah



## DAFTAR PERSAMAAN

(2-1) Persamaan Waktu Tinggal Hidrolik <i>(Hydraulic Detention Time)</i>	(20)
(2-2) Persamaan Kebutuhan Oksigen Teoritis	(20)
(2-3) Persamaan konsentrasi sel mikroorganisme dalam air limbah dan <i>mean cell residence time</i>	(21)
(2-4) Persamaan Laju Beban BOD	(21)
(2-5) Persamaan debit rata-rata air bersih	(23)
(2-6) Persamaan debit air limbah maksimal	(24)
(2-7) Persamaan debit air limbah dengan kondisi maksimal di pipa	(24)
(2-8) Persamaan diameter pipa	(24)
(2-9) Persamaan cek debit kondisi maksimal	(24)
(2-10) Persamaan cek volume kondisi maksimal	(25)
(2-11) Persamaan volume air limbah puncak	(25)
(2-12) Persamaan volume bak yang diperlukan ( <i>collection pit</i> )	(26)
(2-13) Persamaan <i>Hydraulic Detention Time</i> (HDT)	(26)
(2-14) Persamaan Total <i>Head</i>	(28)
(2-15) Persamaan <i>Head Statis</i>	(28)
(2-16) Persamaan <i>Mayor Losses</i>	(28)
(2-17) Persamaan <i>Head</i> akibat kecepatan	(28)

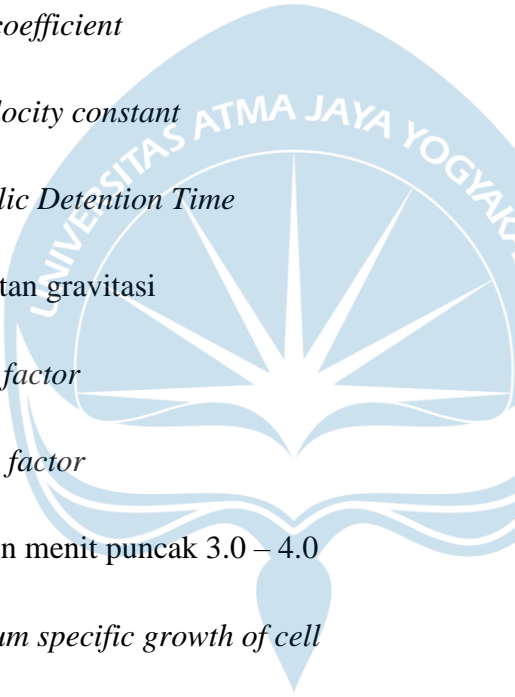
(2-18) Persamaan *Minor Losses* (28)

(2-19) Persamaan efisiensi removal atau pengolahan (29)





## DAFTAR NOTASI



TS	<i>Total Solid</i>
k	Konstanta reaksi orde satu
Y	<i>Yield coefficient</i>
F	<i>Conversion factor</i>
Kd	<i>Decay coefficient</i>
Ks	<i>Half velocity constant</i>
HDT	<i>Hydraulic Detention Time</i>
g	percepatan gravitasi
f	<i>friction factor</i>
pf	<i>peaking factor</i>
c	koefisien menit puncak 3.0 – 4.0
$\mu_{maks}$	<i>maximum specific growth of cell</i>
$\theta_c$	<i>mean cell residence time</i>
n	koefisien kekasaran <i>manning</i>
c	koefisien kekasaran pipa (koef. <i>Hazen-William</i> )
SF	<i>safety factor</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Realisasi Volume Pengolahan Air Limbah Dan Penjualan Air Hasil Olahan Tahun 2014 (m <sup>3</sup> /bulan) IPAL ( <i>Lagoon</i> ) Nusa Dua, Bali	(96)
Lampiran 2 Realisasi Volume Pengolahan Air Limbah Dan Penjualan Air Hasil Olahan Tahun (m <sup>3</sup> /bulan) IPAL ( <i>Lagoon</i> ) Nusa Dua, Bali	(97)
Lampiran 3 Realisasi Volume Pengolahan Air Limbah Dan Penjualan Air Hasil Olahan Tahun 2016 (m <sup>3</sup> /bulan) IPAL ( <i>Lagoon</i> ) Nusa Dua, Bali	(98)
Lampiran 4 Realisasi Volume Pengolahan Air Limbah Dan Penjualan Air Hasil Olahan Tahun 2017 (m <sup>3</sup> /bulan) IPAL ( <i>Lagoon</i> ) Nusa Dua, Bali	(99)
Lampiran 5 Realisasi Volume Pengolahan Air Limbah Dan Penjualan Air Hasil Olahan Tahun 2018 (m <sup>3</sup> /bulan) IPAL ( <i>Lagoon</i> ) Nusa Dua, Bali	(100)
Lampiran 6 Dokumentasi Kondisi Lingkungan sekitar IPAL ( <i>Lagoon</i> ) ITDC Nusa Dua, Bali dan Proses Pengolahan hingga Proses Produksi Air Limbah menjadi Air Hasil Olahan	(101)
Lampiran 7 Peraturan Gubernur Provinsi Bali No.16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air	(105)
Lampiran 8 Hasil Laporan Laboratorium Kulaitas Air Limbah Input	(106)
Lampiran 9 Hasil Laporan Laboratorium Kulaitas Air Limbah Output	(107)

## INTISARI

### **“EVALUASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN SISTEM *LAGOON* (Studi Kasus IPAL PT. ITDC (*Indonesia Tourism Development Corporation*) Nusa Dua, Bali)”**

Adinda Mawar Sarondani Putri Muloko, NPM 15 02 16191, tahun 2019, Bidang Peminatan Keairan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kawasan pariwisata Nusa Dua memiliki sebuah IPAL dengan sistem *Lagoon* atau kolam (*pond*) ITDC yang dibangun pada tahun 1975 dan melayani 34 hotel dikelola oleh PT. Pengembangan Pariwisata Indonesia (Persero) atau *Indonesia Tourism Development Corporation* (ITDC). Kapasitas rencana IPAL adalah sebesar 10.000 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan asumsi air limbah yang dihasilkan yakni 200 lt/hari/org maka air limbah maksimum adalah 8.400 m<sup>3</sup>/hari, jika sesuai Pergub Bali No.16 Thn 2016 yakni 250 lt/hari/org maka air limbah maksimum adalah 10.200 m<sup>3</sup>/hari. Namun, pada kondisi saat ini volume air limbah maksimum yang diolah oleh IPAL adalah sebesar 7.892 m<sup>3</sup>/hari.

Masih adanya kapasitas yang tersisa mendasari dilakukannya evaluasi pada kinerja IPAL baik kinerja kuantitatif yakni analisis debit masukan dan kapasitas kolam serta kinerja kualitatif yakni analisis hasil pengolahan dan nilai efisiensi removal. Standar yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Provinsi Bali No.16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Berdasarkan hasil uji Laboratorium *output* air limbah dengan standar yakni TSS (50 mg/l), pH (6 sd 9), NH<sub>3</sub>N (10 mg/l), BOD<sub>5</sub> (28 mg/l), COD (50 mg/l), Senyawa Metilen (5 mg/l) serta Minyak dan Lemak (10 mg/l). Pada tahun 2018 diperoleh data hasil uji laboratorium *output* pada *groundtank* yakni TSS (20,17 mg/l), pH (7,35), NH<sub>3</sub>N (1,42 mg/l), BOD<sub>5</sub> (12,91 mg/l), COD (38,64 mg/l), Senyawa Metilen (0,44 mg/l) serta Minyak dan Lemak (< 0,1 mg/l). Total standar maksimum kadar BOD yang dihasilkan pada proses pengolahan di sel III adalah 57,3 mg/l sedangkan yang riil adalah 50,8 mg/l ini artinya proses pengolahan sudah memenuhi standar dengan baik.

**Kata kunci** : air limbah, IPAL *lagoon* dan *pond*, evaluasi, efisiensi, dan karakteristik air limbah.