

**KAJIAN TEKNIS DAN KEEKONOMIAN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA BIOGAS DARI LIMBAH CAIR SAWIT  
(STUDI KASUS DI PLTBIOGAS BANGKA)**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh:

**REZA PUTRA ASTAMURA**

**102 1411 059**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2018**

**SKRIPSI**

**KAJIAN TEKNIS DAN KEEKONOMIAN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA BIOGAS DARI LIMBAH CAIR SAWIT  
(STUDI KASUS DI PLTBIOGAS BANGKA)**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**REZA PUTRA ASTAMURA**

**102 1411 059**

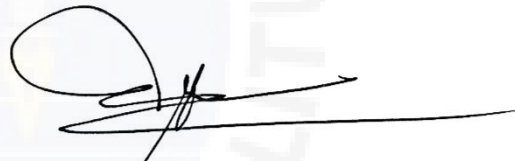
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Tanggal 18 Juli 2018

Pembimbing Utama,



**Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198508102012121001

Pembimbing Pendamping,



**Rudy Kurniawan, S.T., M.T.**  
NIP. 198009142015041001

Penguji,



**Asmar, S.T.; M.Eng.**  
NP. 307608018

Penguji,



**Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T.**  
NIP. 198107202012121003

**SKRIPSI**

**KAJIAN TEKNIS DAN KEEKONOMIAN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA BIOGAS DARI LIMBAH CAIR SAWIT  
(STUDI KASUS DI PLTBIOGAS BANGKA)**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**REZA PUTRA ASTAMURA**

**102 1411 059**

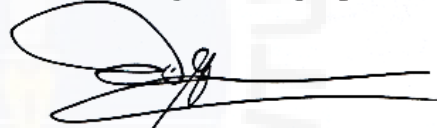
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Tanggal 18 Juli 2018

Pembimbing Utama,



**Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198508102012121001

Pembimbing Pendamping,



**Rudy Kurniawan, S.T., M.T.**  
NIP. 198009142015041001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro,


**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
NIP. 198503102014041001

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reza Putra Astamura  
NIM : 1021411059  
Judul :KAJIAN TEKNIS DAN KEEKONOMIAN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA BIOGAS DARI LIMBAH CAIR SAWIT  
(STUDI KASUS DI PLTBIOGAS BANGKA)

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan /plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan didalam karya skripsi saya, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa adanya tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunijuk, 18 Juli 2018



Reza Putra Astamura  
NIM 1021411059

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reza Putra Astamura  
NIM : 1021411059  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul :

**“Kajian Teknis dan Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dari Limbah Cair Sawit (Studi Kasus di PLT Biogas Bangka)”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/infokan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penyusun dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunijuk

Pada tanggal : 18 Juli 2018

Yang menyatakan,

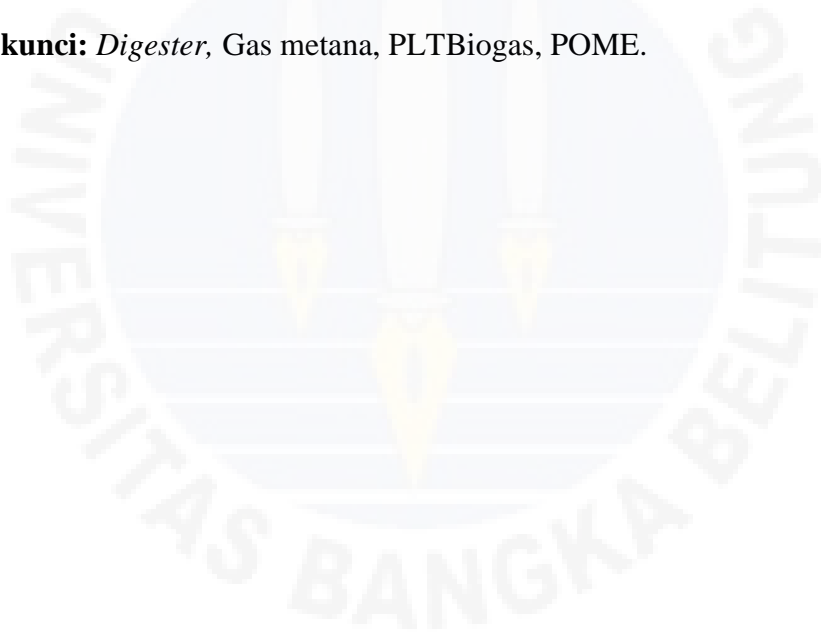


(REZA PUTRA ASTAMURA)

## INTI SARI

Masalah yang sering ditimbulkan dari industri kelapa sawit ialah pembuangan limbah cair yang menimbulkan polusi udara karena bau yang menyengat dari kolam limbah, jika dibuang ke sungai maka akan mencemari sungai, dan jika dibuang ke tanah maka tanah tersebut akan terkontaminasi. Maka dilakukan kajian perhitungan analisis agar limbah cair dapat memberikan keuntungan bagi pabrik dari segi keekonomian, dengan cara menganalisis produksi gas metana yang bahan bakunya limbah cair diolah secara anaerobik untuk bahan bakar PLTBiogas. Hasil yang didapat dari analisis produksi biogas tersebut gas metana 11.182, 07 Nm<sup>3</sup>/jam, dan untuk energi listrik yang dihasilkan rata-rata 1.62 MW, jika dijadikan kWh maka didapatkan 38.880 kWh dengan *feed in tariff* Rp 1575/kWh, pendapatannya sebesar Rp 61.236.000/hari, dari segi keekonomian kelayakan investasi NPV analisis biogas Rp 40.416.194.104, dengan suku bunga 11%, IRR 23%, DPBP 5 tahun, dan dari data pendapatan PLN, NPV Rp 36.468.500.543, IRR 22%, DPBP 5 tahun.

**Kata kunci:** *Digester*, Gas metana, PLTBiogas, POME.



## ***ABSTRACT***

The problem that often arise from the Palm Oil industry is disposal of liquid waste that often cause the air pollution due to the stinging smell of waste pool, if dumped into the river it will pollute the river, and if thrown to the ground then the soil will be contaminated. That why the study analysis of calculations done so that the liquid waste can provide benefits for the factory in term of economics. By analyzing the production of methane gas that the raw materials of liquid wasted are treated anaerobically for PLTBogas fuel. The result of obtained from the analysis of biogas production are 11.182.07 Nm<sup>3</sup>/hour, and for electrical energy generated an average of 1.62 MW, if used as kWh, then got 38.880 kWh with feed in tarif Rp. 1575/kWh, revenue of Rp. 61.236.000/day, in terms economic feasibility of investment NPV analysis of biogas Rp. 40.416.194.104, with the interest rate 11%, IRR 23%, DPBD 5 years, and from income data PLN, NPV Rp. 36.468.500.543, IRR 22%, DPBD 5 years.

**Keyword :** *Digester*, Gas methane, PLTBogas, POME.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan tak lupa pula Rasul junjungan kita Muhammad SAW.

Motto:

1. “*Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.*”-(Q.S At-Talaq : 4).
2. “*Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang.*”-(H.R. Tirmidzi).
3. “*Bukan tentang cepat-cepatan wisuda atau harus lulus kuliah dengan predikat *cum laude*, Tapi seberapa besar ilmu yang didapat di bangku kuliah untuk bisa membuat perubahan.*”-(Wahri Sunanda S.T., M.Eng).

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Ayah dan Ibu tercinta yang telah menjadi panutan bagi penulis hingga saat ini, terima kasih juga yang selalu memberikan semangat, motivasi, kasih sayang, serta do'a yang tiada henti-hentinya untuk kelancaran setiap langkah penulis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro dan memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dan selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan dan selaku pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
4. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. selaku ketua Laboratorium Teknik Elektro dan selaku penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ghiri Basuki Putra S.T., M.T selaku penguji Tugas Akhir.
6. Dosen dan staf jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.



7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung khususnya Mahasiswa Angkatan 2014 atas kerjasama, dukungan serta semangat yang telah membantu tenaga, pikiran dan waktu.
8. Sahabat-sahabat penulis yaitu, Ilham Rahmat, Romy Febriyanto, Patmawati, Yeni Elsira, Menak Alfrejan.H.
9. Keluarga besar penulis yaitu Hj. Nurhayati, Endi Hartati, Susi Mardalena S.Pd, Syamsul Bahri S.T.
10. Bapak Agus Patoni selaku Manager di PLTBiogas Bangka dan Bapak Jajang selaku Karyawan Biotec Internasional.



## **KATA PENGANTAR**

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Alla SWT, karena denga rahmatNya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dikerjakan oleh setiap mahasiswa tingkat akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Bangka Belitung. Adapun judul Tugas Akhir ini **KAJIAN TEKNIS DAN KEEKONOMIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS DARI LIMBAH CAIR SAWIT (STUDI KASUS DI PLTBIOGAS BANGKA)**. Dalam penyusunan ini, penyusun berpedoman pada buku referensi dan bimbingan dari dosen pembimbing.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi bahan bacaan serta bahan tambahan pustaka, khususnya di Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunijuk, 18 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
INTISARI.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Penelitian .....	3

1.7	Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....		6
2.1	Tinjauan Pustaka .....	6
2.2	Landasan Teori.....	7
2.2.1	Jenis-jenis Pusat Listrik .....	7
2.2.2	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBiogas) .....	8
2.2.3	Limbah Cair Kelapa Sawit atau POME .....	9
2.2.4	Biogas .....	10
2.2.5	Proses Penguraian Anaerobik .....	12
2.2.6	Jenis-jenis Reaktor Biogas ( <i>Digester</i> ) .....	16
2.2.7	PLTBiogas menggunakan <i>Lagoon Covered</i> .....	20
2.3	Keekonomian Pembangkit Listrik Biogas .....	22
2.3.1	Metode <i>Net Present Value</i> (NPV).....	24
2.3.2	Metode <i>Internal Rate of Return</i> (IRR).....	25
2.3.3	Metode <i>Payback Period</i> (PBP) .....	26
2.3.4	Metode <i>Discounted Payback Period</i> (DPBP).....	26
2.3.5	Metode <i>Sum of Years Digit Depreciation</i> (SOYD) .....	27
BAB III METODE PENELITIAN .....		29
3.1	Tempat Penelitian .....	29
3.2	Alat dan Bahan.....	30
3.2.1	Alat Penelitian.....	30
3.2.2	Bahan Penelitian .....	30
3.3	Langkah Penelitian.....	30
3.4	Diagram Alir Pelaksanaan .....	31

3.4.1 Kajian Teknis .....	31
3.4.2 Kajian Keekonomian .....	32
3.5 Produksi POME Terhadap TBS.....	34
3.6 Produksi Biogas pada POME.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1 Perhitungan Produksi Biogas pada POME .....	38
4.2 Ekivalensi Rasio TBS Menjadi kWh .....	44
4.3 Perhitungan Kelayakan Investasi Pendapatan Analisis Biogas .....	45
4.3.1 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	48
4.3.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	49
4.3.3 <i>Discounted Payback Period</i> (DPBP) .....	52
4.4 Perhitungan Kelayakan Investasi Data (Ab) dari PLN .....	54
4.4.1 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	55
4.4.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	55
4.4.3 <i>Discounted Payback Period</i> (DPBP) .....	58
4.5 Hasil Analisis Kajian Teknis dan Kajian Keekonomian.....	59
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rasio limbah kelapa sawit yang dihasilkan tiap 1 ton TBS .....	9
Tabel 2.2	Komposisi biogas .....	11
Tabel 2.3	Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain .....	12
Tabel 2.4	Parameter proses tipikal instalasi komersial biogas.....	15
Tabel 3.1	Parameter untuk menghitung potensi produksi biogas .....	35
Tabel 3.2	Asumsi dalam menghitung potensi produksi biogas .....	36
Tabel 4.1	Data TBS yang diproses pada tanggal 1 Mei sampai 31 Mei 2018 ...	38
Tabel 4.2	Data hasil <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME).....	39
Tabel 4.3	Pengukuran COD pada laboratorium pabrik.....	41
Tabel 4.4	Nilai energi gas metana.....	41
Tabel 4.5	Spesifikasi <i>generator</i> PLTBiogas .....	42
Tabel 4.6	Pendapatan dari analisis produksi biogas.....	45
Tabel 4.7	Biaya konsumsi limbah cair .....	45
Tabel 4.8	Penyusutan dari <i>generator</i> dengan metode <i>sum of Years</i> .....	46
Tabel 4.9	Data keekonomian PLTBiogas .....	47
Tabel 4.10	<i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 11%.....	49
Tabel 4.11	<i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 20%.....	49
Tabel 4.12	<i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 25%.....	50
Tabel 4.13	Metode interpolasi IRR.....	51
Tabel 4.14	Perhitungan <i>Discounted Payback Period</i> (DPBP).....	52
Tabel 4.15	Pendapatan (Ab) data dari PLN .....	54

Tabel 4.16 Data keekonomian PLTBogas (Ab) dari PLN .....	54
Tabel 4.17 <i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 11% .....	55
Tabel 4.18 <i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 20% .....	56
Tabel 4.19 <i>Net Present Value</i> (NPV) pada suku bunga 25% .....	56
Tabel 4.20 Metode interpolasi IRR .....	57
Tabel 4.21 Perhitungan <i>Discounted Payback Period</i> (DPBP) .....	58



## DAFTAR GAMBAR

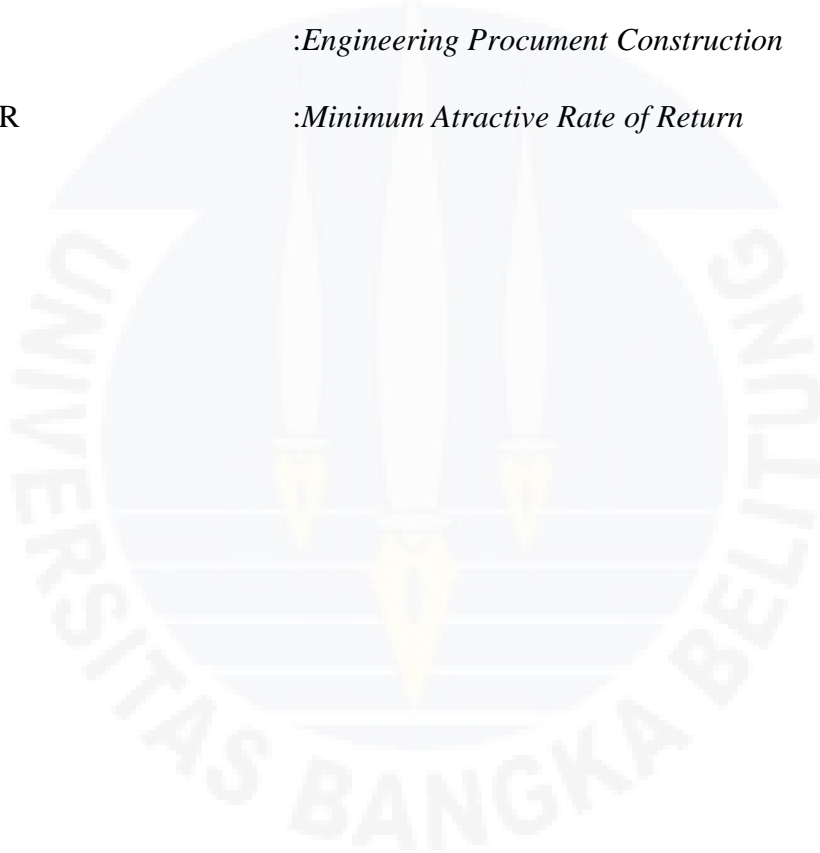
Gambar 2.1	<i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) di <i>Oil trap 3</i> .....	9
Gambar 2.2	Proses konversi biologis anaerobik .....	11
Gambar 2.3	Proses penguraian anaerobik .....	13
Gambar 2.4	Reaktor kubah .....	16
Gambar 2.5	Reaktor <i>Floating drum</i> .....	17
Gambar 2.6	Reaktor balon terbuat dari plastik .....	17
Gambar 2.7	<i>Digester Fiberglass</i> .....	18
Gambar 2.8	<i>Digester Lagoon Covered</i> .....	19
Gambar 2.9	Reaktor <i>Tank</i> atau CSTR.....	19
Gambar 2.10	Jenis filter (a) <i>Dry filter</i> dan (b) <i>Wet filter</i> .....	20
Gambar 2.11	<i>Separator</i> dan <i>Chiller</i> .....	21
Gambar 2.12	<i>Gas engine</i> CAT <i>type</i> CG 170-20 .....	21
Gambar 2.13	<i>Flare</i> biogas.....	22
Gambar 3.1	<i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) di <i>Feeding PIT</i> .....	29
Gambar 3.2	Diagram alir pelaksanaan kajian secara teknis.....	31
Gambar 3.3	Diagram alir kajian secara keekonomian .....	33
Gambar 4.1	Grafik penyusutan dengan metode <i>sum of years</i> .....	47
Gambar 4.2	Aliran biaya investasi .....	48
Gambar 4.3	Grafik <i>break event point</i> terhadap periode tahun .....	53
Gambar 4.4	Aliran biaya investasi .....	54
Gambar 4.5	Grafik <i>break event point</i> terhadap periode tahun .....	59



## DAFTAR SINGKATAN

PLTA	:Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTU	:Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTB	:Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTS	:Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTBiomassa	:Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa
PLTBiogas	:Pembangkit Listrik Tenaga Biogas
PLTP	:Pembangkit Listrik Tenaga Panas
PLTN	:Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
BPS	:Badan Pusat Statistik
PKS	:Pabrik Kelapa Sawit
TBS	:Tandan Buah Segar
POME	: <i>Palm Oil Mill Effluent</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
IRR	: <i>Internal Rate of Return</i>
PBP	: <i>Payback Period</i>
DPBP	: <i>Discounted Payback Period</i>
CH <sub>4</sub>	:Gas Metana
CO <sub>2</sub>	: Karbon Dioksida
H <sub>2</sub>	:Hidrogen
H <sub>2</sub> S	:Hidrogen Sulfida
COD	: <i>Chemical Oxide Demand</i>

BOD	: <i>Biological Oxide Demand</i>
LPG	: <i>Liquid Petroleum Gas</i>
CSTR	: <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>
PLN	:Pembangkit Listrik Negara
CPO	: <i>Crude Palm Oil</i>
EGF	: <i>Effluent Gross Flowmeter</i>
EPC	: <i>Engineering Procurement Construction</i>
MARR	: <i>Minimum Attractive Rate of Return</i>



## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A**

**LAMPIRAN B**

**LAMPIRAN C**

