

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa)
(Studi Kasus :TPA Muara Fajar Pekanbaru)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

RIPAL NOVENDRA

11555103152

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) (Studi Kasus :TPA Muara Fajar Pekanbaru)

TUGAS AKHIR

Oleh:

RIPAL NOVENDRA
11555103152

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 24 Februari 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

Pembimbing Tugas Akhir



Susi Afriani, ST.,MT
NIP.19820414 201503 2002

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Star of Islamic Science and Technology Faculty of Science and Technology UIN Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) (Studi Kasus :TPA Muara Fajar Pekanbaru)

TUGAS AKHIR

Oleh:

RIPAL NOVENDRA
11555103152

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 15 Februari 2021

Pekanbaru, 24 Februari 2021

Mengesahkan,

Dekan

Ketua Program Studi



Akmalad Darmawi, M.Ag
NIP. 19660604 199203 1 004

Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom
NIP. 19750922 200912 2 002

DEWAN PENGUJI :

Ketua : **Abdillah.S.SLM.I.T**

Sekretaris : **Susi Afriani, ST.,MT**

Anggota I : **Dr.Zulfatri Aini,ST.,MT**

Anggota II : **Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc**

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia dipergustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis referensi kepustakaan diperlukan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Saecrat mlii UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak membuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan didalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya

Pekbaru 15 febuari 2021

Yang membuat pernyataan

Ripal novendra

11555103152

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Peringkat dan bagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERSEMBAHAN



Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Robbmulah hendaknya kamu berharap”.

(Q.S Al-Insyirah ayat: 7-8)

Yaa Allah Yaa Rahman Yaa Rohim

Sudah terlalu lama aku menyia-nyiaikan waktu yang berharga ini dimasa studiku

Jalan panjang dan terjal yang aku alami Engkau tetap menguatkan ku

Hingga tercapai dan selesai tugas akhir ini sebagai syarat kelulus dari Program Studiku

Bersujud dan bersyukur aku dihadapanMu Yaa Allah.

Alhamdulillahirabbil’alamin.

TERUNTUK ABAK DAN AMAK

Terima lah kado kecil ini sebagai hadiah dari betapa besar pengorbanan dan perjuangan kalian berdua membesarkan dan mendidik ku tanpa kenal lelah dan tanpa kenal waktu

Maaf kan anakmu ini yang masih selalu menyusah kanmu.

Dalam Do’a disetiap sholatku aku selalu meminta kepada Allah,

Yaa Allah terima kasih engkau telah menempat kan ku diantara kedua orang tua yang sangat kuat dan tangguh. Yaa Allah berikan lah kesehatan, ketabahan dan kesabaran kepada orang tuaku dalam menafkahi serta mendidik dan menjagaku dan saudara kandungku.

Ya Allah ya tuhanku berikanlah balasan setimpal syurga firdaus

Untuk mereka dan jauh kanlah mereka nanti dari panasnya api nerakamu ya Allah.

Dengan Rasa Bangga Kupersembah kan Kepada :

Ayahanda (Syahril), Ibunda (Nade)

Terima kasih atas dukungan dan suport selama ini kadang aku merasakan betapa bahaginya Mempunyai dua mamak dan dua Bapak didunia ini ya allah atas doa dan dukungan kalian aku tak bisa seperti ini.

-----Terimakasih-----

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



“Dalam setiap langkah ku aku berusaha
Mewujudkan harapan-Harapan Yang Kalian
Impikan didiriku, Meski belum semua itu kuraih,
Insha allah atas dukungan doa dan restu semua mimpi itu
Akan terjawab Di Masa penuh kehangatan nanti.Seterusnya

Kuper sembahkan ungkapan terima kasih kukepada: Abangku dan kakak-kakak ku
(Nedi Patrion,Murniati,Susi Rahmawati)

Terima kasih atas segala dukungan dan doa Yang Telah diberikan.Abang dan kakak-kakak
bangga sama kalian,
Dalam menyelesaikan perkuliahan yang Tidak tepat waktu. Akan Tetapi ambil lah contoh
Perjuang ananda Yang Tidak kenal lelah dan tidak pernah menyerah dalam
Menyelesaikan suatu permasalahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) (Studi Kasus :TPA Muara Fajar Pekanbaru)

Ripal Novendra
NIM 11555103152

Tanggal Sidang : 14 febuari 2021

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang memiliki peran vital dalam aktivitas keseharian manusia, Laju pemakaian listrik di Indonesia meningkat sebagian besar pembangkit listrik yang ada di Indonesia masih didominasi oleh pembangkit jenis konvensional energi terbarukan (*Renewable Energy*) salah satu solusi untuk mengatasi Dengan meningkatnya jumlah penduduk Kota Pekanbaru pada tahun 2020 yaitu 1.143.359 maka berbanding lurus dengan meningkatnya sampah Kota Pekanbaru dengan 0,3 kg/orang/ perhari dengan total 334,52 Ton dengan perbandingan 56% sampah organik dan 44% non organik. Maka utuk untuk mengatasi penumpukan sampah Kota Pekanbaru maka dilakukan *combustion* secara langsung dengan menggunakan mesin teknologi *incinerator* dengan laju panas 327.900.000 kJ/h . pemanfaatan laju panas pembakaran digunakan untuk pembangkit listrik PLTSa simulasi aspek teknis dilakukan dengan *software aspen hysys* dengan yang panas didalam boiler Q 1.304.000.000 kJ/h dan laju aliran massa uap 1744 kg/h dengan menghasilkan daya turbin 1125 kW Dengan Efisiensi 88% dan untuk mendapat output daya generator dilakukan secara manual dengan output 9,5 MW/per hari 3.450.600 kW/pertahun dengan efisiensi 71% . Dari aspek ekonomi biaya total investasi Rp 9.066.522.675,00 dan biaya perawatan pertahun rata – rata Rp 527.375.562,12 dan analisis finansial *Net Present Value* (NPV) Rp 10.266.481.535 , *payback period* 10,5 tahun *Internal Rate of Return* (IRR) 28,5 % dari analisis finansial maka proyek dikatak layak untuk dilanjutkan

Kata kunci : *aspen hysys, sampah organik, teknologi incinerator*



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF WASTE POWER PLANTS (Case Study: TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru)

Ripal Novendra

Student Number 11555103152

Date Of Final Exam : 14 febuari 2021

Deptment Of Electrical Engineering

Faculty Of Science And Technology

State Islamic University Of Sultan Syarif Kasim Riau

Soebrantas Street, Number.155 Pekanbaru

ABSTRACT

Electrical energi is a from of energy that has a vial role in human daily activities. That rate electricity use inindonesia is increasing, most of the power plants in Indonesia are still dominated by conventional types of renwable energy (renewable energy) With the increase in the polution of pekanbaru city in 2020, namely 1.143,359, this is directly proportional to the increase in pekanbaru city waste by 0.3/person/day with a total of 334,52 tons with a ratio of 56% organic waste and 44% non organic. So to overcome the accumulation of garbage in pekanbaru city, combustion heat used for PLTSa power plants simulation of technical aspects massa flow rate of 1744 kg/h by producing 1125 kW turbine power with 88% efficiency and to get generator power output, it is done manually with an output of 9,5 MW/ perday 3.450.600 Kw/year with 71 efficiency, 12 and financial analysis of net present value (Nnpv) of IDR 10.266.481.535 payback period 10,5 years internal rate of return (IRR) 28,5% of financial analysis the project is said fasible to continue

eywords : Aspen Hysys, Organic Trash, Incinerator Technology

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, Puji dan syukur selalu tercurah kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, Nikmat, Ilmu, dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat mengerjakan dan akhirnya menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Teknis Dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) (Studi Kasus :TPA Muara Fajar Pekanbaru)**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Shalawat beserta salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu‘Alaihi Wassalam yang merupakan suri tauladan bagi kita semua, semoga kita semua termasuk dalam umatnya yang kelak mendapat syafa’at dari beliau di akhirat kelak. Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Makadariitu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang terkait berikut:

1. Bapak Syahril dan Ibuk Nade selaku orang tua penulis yang telah mendo’akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar penulis dapat tawakkal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Suyitno, M.Ag selaku PLT Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Kasim Riau.
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Mulyono, ST, MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Ahmad Faizal, ST, MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
7. Ibu Susi Afriani, ST.,MT , selaku dosen pembimbing yang luar biasa serta selalu membantu memberikan inspirasi, motivasi dan kesabaran memberikan arahan maupun kritikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Ibu Dr. Zulfatri Aini, ST, MT selaku Dosen Penguji I dan Ibu Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc,selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
9. Nanda Putri Miefthawati,B.SC, M.Sc dosen Penasehat Akademik dan Pembimbing Akademik yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan pendidikan (S1) di Program Studi Teknik Elektro konsentrasi Energi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
10. Pimpinan, staff dan karyawan Program Studi Teknik Elektro serta Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
11. Abang dan adik - adik yang Tercinta (Nedi Patrion,Murniati,Susi Rahmawati, Emon, Al, Samsul, Doris, Doli, Jefri, Yuli, Zahira dan Azzam) yang selalu memberikan dukungan semangat dan motivasi selama penulis kuliah di Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
12. Sahabat – sahabat terbaik senasib dan seperjuangan (Muhammad Yahya, Salahuddin, Rahmat, Meizal, Erdianto, Reski Putra, Bang Ikwansyah, Bang Agel Dan Adrian Syahputra) selalu bersama – sama memberikan dukungan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuannya semoga ilmu yang diberikan Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.
- Harapan penulis,semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis sendiri khususnya, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang.Aamiin.
- Wassalamu'alaikumwr.wb.*

Pekanbaru, 09 Januari 2021

Penulis

Ripal Novendra

NIM 11555103152



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HASIL KATA KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xvs
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-6
1.3 Tujuan Penelitian	I-6
1.4 Batasan Penelitian	I-6
1.5 Manfaat Penelitian	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Landasan Teori	II-4
2.2.1 Pengertian Sampah	II-4
2.2.2 Jenis-Jenis Sampah	II-4
2.2.3 Karakteristik Sampah	II-5
2.2.4 Menghitung Prediksi Pertambahan Sampah	II-5
2.2.5 Laju Timbunan Sampah	II-7
2.3 Pengertian Insenerasi	II-7
2.3.1 Jenis-Jenis Reaktor Insenerasi	II-8
2.3.1.1 <i>Fixed Bed Incinerator/Reactor</i>	II-9
2.3.1.2 <i>Moving Grate (Mg) Incinerator (Stoker)</i>	II-9

© Himpunan Ilmiah UIN Suska Riau
 Ditinjau dari segi kegunaan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.1.3	<i>Fluidized Bed (FB) Incinerator</i>	II-12
2.3.1.4	Komponen Utama Pltsa Metode Insenerasi	II-12
2.3.2	Sistem Penerimaan Sampah	II-12
2.3.2.1	Ruang Bakar	II-13
2.3.2.2	<i>Flue Gas Treatment System (Air Polution Control)</i>	II-13
2.3.2.3	Boiler	II-14
2.3.2.4	Turbin Dan Generator	II-14
2.3.3	Desain Komponen PLTSa Metode Insenerasi	II-15
2.3.3.1	Rancangan Unit Pengkoversian Energi (<i>Energi Conversion System</i>) .	II-15
2.3.3.2	Rancangan Air Proses	II-16
2.3.3.3	Rancangan Sistem Pengelolaan Gas Buang	II-16
2.3.3.4	Rancangan Turbin, Generator, Sistem Eletrika	II-17
2.4	Laju Timbunan Sampah	II-18
2.5	Simulasi	II-19
2.5.1	<i>Aspenone Hysys 7.3</i>	II-19
2.5.2	Prosedur Simulasi	II-20
2.5.3	Menghitung Generator	II-22
2.6	Analisa Ekonomi	II-22
2.6.1	Perhitungan Komponen Biaya Pltsa	II-22
2.6.2	Analisis Kelayakan Finansial	II-24
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Prosedur Alur Penelitian	III-1
3.3	Studi Literatur	III-4
3.4	Pemilihan Lokasi	III-4
3.5	Tahap Perencanaan	III-5
3.6	Pengumpulan Data	III-5
3.7	Aspek Teknis Dan Simulsi	III-6
3.7.1	Variabel Masukan Aspek Teknis	III-6
3.7.2	Data Analisis Ultimate Sampah Organik	III-7
3.7.3	Pemilihan Komponen	III-7



3.7.4 Hasil Simulasi Rancangan Software Aspen Hysys	III-8
3.8 Validasi Simulasi Aspen Hysys 7.3	III-9
3.8.1 Analisis Aspek Teknis	III-9
3.9 Analisis Matematis Aspek Ekonomi	III-9
3.10 Initial Result	III-10
BAB IV HASIL DAN ANALISA	IV-1
4.1 Profil TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru	IV-1
4.2 Potensi Sampah Kota Pekanbaru Berdasarkan Jumlah Penduduk	IV-1
4.3 Potensi Energi Dari Sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru	IV-4
4.4 Analisis Nilai Proximate Dan Nilai Analisis Ultimate Sampah Kota Pekanbaru ..	IV-5
4.5 Menghitung Incinerator Simulasi Aspen Hysys	IV-7
4.5.1 Menghitung Kinerja Pompa	IV-12
4.5.2 Menghitung Nilai Boiler	IV-14
4.5.3 Menghitung Kinerja Turbin Uap	IV-15
4.5.4 Hasil Perhitungan Aspek Teknis	IV-17
4.5.5 Menghitung Generator	IV-19
4.6 Analisis Ekonomi Pltsa Teknologi Incinerator	IV-20
4.6.1 Perhitungan Biaya Investasi Komponen Produksi Listrik	IV-20
4.6.2 Biaya O&M Biaya Produksi Listrik	IV-25
4.6.3 Biaya Investasi Total Selama Umur Proyek	IV-26
4.6.4 <i>Present Worth Fator</i> (PWF)	IV-27
4.6.5 Menghitung Biaya Komponen Pendapatan	IV-27
4.7 Analisis Financial	IV-28
4.7.1 Cash Flow (CF)	IV-28
4.7.2 <i>Net Present Value</i> (NPV)	IV-30
4.7.3 <i>Payback Period</i>	IV-32
4.7.4 <i>Internal Rate Of Return</i> (IRR)	IV-32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR GAMBAR

1.1	Type <i>Incenerator Unggun Terfluluida</i>	II-9
2.2	<i>Moving Grate Incenerator</i>	II-10
2.3	<i>Tumbling & Sliding Tiles Moving Grate</i>	II-10
2.4	<i>Skematik Two-Way Gas Flow</i>	II-11
2.5	<i>Low-Excess Air Combustion</i>	II-11
2.6	<i>Fluidized Bed (FB) Incinerator</i>	II-12
2.7	Tempat Penerimaan Sampah	II-13
2.8	Ruang Bakar (<i>Burner</i>)	II-13
2.9	<i>Flue Gas Treatment System</i>	II-14
2.10	Proses Boiler	II-14
2.11	Turbin Dan Generator	II-15
2.12	Skema Unit Konversi Energi Sistem Rankine	II-16
2.13	Persentase Grafik Sampah Di Pekanbaru 2017-2018	II-18
2.14	Ruang Kerja Aspen Hysys	II-21
3.1	Diagram Tahapan Alur Penelitian	III-4
3.2	Pemilihan Data Komponen Sampah	III-6
3.3	Memasukan Data Ultimate Sampah Organik	III-7
3.4	Pemilihan Komponen Mesin <i>Incenerator</i>	III-8
3.5	Hasil Simulasi Rancangan <i>Incenerator</i>	III-8
4.1	Persentase Grafik Sampah Di Pekanbaru	IV-2
4.2	Input Komponen	IV-9
4.3	Kandungan <i>Ultimate Analysis</i>	IV-9
4.4	Rancangan Pembakaran Ruang Insenerator	V-10
4.5	Data Sampah Organik Yang Dibakar	V-11
4.6	Simulasi Rangkaian <i>Incinerator</i>	V-11
4.7	Rancangan Head Total	V-13
4.8	Desain Pompa	V-13
4.9	Hasil Simulasi Pompa	V-14
4.10	Hasil Dan Rancangan Boiler	V-15



4.11 Analisis Hasil Simulasi Turbin	V-16
4.12 Hasil Produksi Listrik Dari Turbin	V-17
4.13 Simulasi Rangkaian Pembangkit Listrik	V-17

Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

- 4.13 Simulasi Rangkaian Pembangkit Listrik
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR TABEL

1.	Jumlah Timbunan Sampah Periode 2017-2018	II-18
4.1	Timbunan sampah kota Pekanbaru	IV-1
4.2	Data Jumlah Penduduk Kota Pekanbaru	IV-2
4.3	Data Timbunan Sampah Kota Pekanbaru	IV-3
4.4	Prediksi Timbunan Sampah Kota Pekanbaru 2021 – 2040	IV-3
4.5	analisis proximate Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru	IV-5
4.6	Hasil <i>Ultimate analisis</i>	IV-7
4.7	Spesifikasi Mesin <i>Incinerator</i>	IV-7
4.8	Spesifikasi Pompa	IV-12
4.9	Spesifikasi Boiler Tipe	IV-14
4.10	Spesifikasi Turbin Uap	IV-15
4.11	Hasil Simulasi Incenerator PLTSa	IV-18
4.12	Hasil Perhitungan Simulasi <i>Aspen Hysys</i> Keluaran PLTSa	IV-19
4.13	Biaya Investasi PLTSa Incinerator	IV-21
4.14	Biaya Operasional Dan Perawatan Tahunan	IV-23
4.15	Total Biaya O&M Pergantian Komponen Selama Umur Proyek	IV-24
4.16	Biaya Produksi Energi Listrik	IV-25
4.17	Biaya Investasi Total Pemanfaatan Sampah Organik	IV-26
4.18	Hitungan PWF	IV-27
4.19	Nilai <i>Cash Flow Benefit</i> (CFB) Selama Umur Proyek	IV-28
4.20	Nilai <i>Cash Flow Cost</i> (CFC) Selama Umur Proyek	IV-30
4.21	Total Nilai <i>Net Present Value</i> (NPV)	IV-31
4.22	<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	IV-33

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR RUMUS

2.1	Menghitung Selisih Sampah	II-5
2.2	Menghitung Prediksi Sampah	II-5
2.3	Menghitung Presentase Dari Fixed Carbon	II-6
2.4	Menghitung Presentase Dari Volatile Mater	II-6
2.5	Menghitung Presentase Carbon	II-6
2.6	Menghitung Presentase Nitroen	II-6
2.7	Menghitung Presentase Hydrogen	II-7
2.8	Menghitung Presentase Oksigen	II-7
2.9	Menghitung Generator	II-22
2.10	Biaya Siklus Hidup Life Cycle Cost	II-23
2.11	Net Present Value	II-24
2.12	Payback Period	II-25

Hak Cipta Ditanggungjawabkan oleh UIN Suska Riau

© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia baik untuk kegiatan industri komersial dan rumah tangga, umumnya menggunakan bahan bakar fosil. Seperti yang kita ketahui bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat di perbaharui dan penggunaan bahan bakar fosil yang terus menerus menyebabkan efek rumah kaca dan perubahan iklim. Energi fosil sesungguhnya menimbulkan berbagai macam permasalahan, setiap tahun permintaan akan energi listrik terus meningkat, namun tidak diimbangi dengan *suplay* energi yang cukup. Permintaan yang terus meningkat disebabkan beberapa faktor seperti meningkatnya jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi dan lain-lain [1].

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang memiliki peran vital dalam aktivitas keseharian manusia. Faktor demografi yang tidak terkendali membawa a banyak pengaruh dalam kehidupan, khususnya dalam bidang energi. Laju pemakaian listrik di Indonesia meningkat sebagian besar pembangkit listrik yang ada di Indonesia masih didominasi oleh pembangkit jenis konvensional berbahan bakar minyak. Keadaan ini sangat membutuhkan solusi terkait diversifikasi energi, salah satunya ialah mengembangkan energi terbarukan (*Renewable Energy*) yang ramah lingkungan, berkelanjutan (*sustainable*), ekonomis, dan secara teknis mudah untuk diimplementasikan. Hal ini sesuai dengan kebijakan pemerintah dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional, dimana persentase penggunaan energi terbarukan (*renewable energy*) perlu ditingkatkan [1]

Indonesia merupakan Negara ke-5 terbesar dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia yaitu sebesar 258 juta jiwa setelah China, India, Uni Eropa, dan Amerika. Diperkirakan penduduk Indonesia akan terus meningkat sebanyak 52%. Sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk maka akan berbanding lurus dengan peningkatan kosumsi energi. Peran energi sangat penting bagi kehidupan manusia seperti untuk bahan bakar pada kendaraan dan untuk membantu mempermudah pekerjaan manusia maka dapat di artikan semakin maju



sebuah negara maka semakin maju pula teknologi yang di gunakan dan semakin banyak energi yang dibutuhkan [2].

Provinsi Riau masih mengandalkan energi yang berasal dari bahan baku fosil dan merupakan energi yang tak terbarukan serta jumlahnya terbatas, akibat pembangkit listrik yang ada saat ini belum memadai dan penyaluran energi listrik kekonsumen belum optimal [3]. Berdasarkan beban puncak di Provinsi Riau tahun 2018 mencapai 681 MW, dan *system isolated* sebesar 161 MW. Sedangkan kapasitas pembangkit listrik terpasang sebesar 314,79 MW, sementara daya yang dihasilkan hanya mencapai 265,49 MW sehingga terjadinya kekurangan daya dalam memenuhi kebutuhan listrik. Dampak yang ditimbulkan adalah terjadi pemadaman listrik bergelir di Provinsi Riau, salah satunya di kota Pekanbaru. Sedangkan Pekanbaru sendiri [4]. Beban pucak kota Pekanbaru berdasarkan kosumsi energi listrik sebesar 281,68 MW tahun 2015 dan perkiraan tumbuh pada tahun 2024 sebesar 662,18 MW. Kemudian, pemakaian bahan bakar pada pembangkit masih mengadakan batu bara 135.833 ton, *oil diesel* sebesar 302.542 kilo liter, dan gas alam sebesar 1.31 mmscf [5].

Pekanbaru merupakan ibu kota Provinsi Riau yang selalu mengalami peningkatan penduduk setiap tahunnya, tercatat dalam kurun waktu 5 tahun terakhir jumlah penduduk Pekanbaru meningkat sekitar 100 ribu jiwa dari jumlah 897.680 jiwa pada tahun 2010 meningkat menjadi 1.064,566 jiwa pada tahun 2016 [2]. Meningkatnya pertumbuhan penduduk di kota Pekanbaru, masalah sampah juga menjadi perhatian yang cukup besar bagi masyarakat dan lingkungan dan lahan-lahan pun mulai berkurang untuk menampung sampah, salah satunya dikota Pekanbaru, Jumlah Penduduk di Kota Pekanbaru diproyeksikan pada tahun 2020 meningkat sebesar 42% dibandingkan jumlah penduduk pada tahun 2011, yaitu dari 937.939 jiwa bertambah menjadi 1.143.359 jiwa dengan asumsi tingkat pertumbuhan penduduk mencapai rata-rata 4% per tahun pertambahan penduduk ini akan berdampak pada peningkatan volume sampah, warga Pekanbaru menghasilkan sampah 332,54 ton/hari dengan 0,3 kg/orang/harinya. Dengan perbandingan 56% sampah organik dan 44% sampah anorganik [6].

Pihak pemerintah kota Pekanbaru melalui pengelola Dinas Kebersihan dan Pertamanan sebenarnya telah melakukan pengolahan pada sampah yang terdapat di TPA Muara Fajar namun pengolahan terbatas pada sampah organik dengan pengolahan bank sampah dan rumah kompos dengan jumlah sampah yang diolah sebesar 1,5 – 1,9 ton. Dari



185.92 ton/hari. Karena sedikitnya pengolahan sampah organik ini menjadi potensi besar untuk bisa dikonversi menjadi energi listrik. Selain itu sisa umur TPA tersebut sekitar 3 tahun lagi [6]. Dan setiap tahun kemampuan lahan TPA akan berkurang, sehingga diperkirakan lahan tersebut hanya mampu menampung sampah hingga tahun 2020 [6]. Hal tersebut diakibatkan karena metode *sanitary landfill* yang diterapkan di TPA Muara Fajar [6].

Mengkonversi sampah menjadi tenaga listrik dengan sistem termokimia dapat dibagi menjadi dua teknologi yang terbaru yaitu dengan pembakaran langsung dan gasifikasi, pembakaran langsung yaitu dengan mengumpulkan sampah untuk di bakar dengan suhu yang tinggi dan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran itu dimanfaatkan untuk memanaskan air di *Boiler* sampai menjadi *steam* untuk menggerakkan turbin pembangkit. sedangkan *gasifikasi* yaitu proses konversi bahan bakar yang mengandung karbon menjadi gas, bahan bakar seperti campuran karbon monoksida (CO), Hidrogen (H_2), dan Methan (CH_4) yang juga biasa disebut dengan nama *syngas* atau *sintetik gas* yang dapat digunakan untuk bahan bakar pembangkit listrik komposisi gas ini bergantung dari unsur dari suatu biomassa. Salah satu penelitian [2]. *Thermo-economic analysis of a novel conceptual proses model power* sebuah penelitian tandon kosong dengan metode pengolahan thermal *insenerasi* yang mana tandon kosong 1048 ton/hari menghasilkan listrik 10 MW/hari [12]. Dan proses ini cukup baik diterapkan di kota Pekanbaru dengan potensi sampah organik per harinya 190 ton/hari dan bisa menghasilkan listrik sekitar 3-5 MW perhari.

Beberapa pengolahan sampah organik (sisa makanan) yang dapat dilakukan seperti dengan menjadikannya sebagai pupuk organik (kompos), namun kompos yang dihasilkan akan menimbulkan pencemaran pada permukaan tanah dan air tanah [7]. Dan prosesnya memerlukan waktu yang cukup lama (55 hari) mengakibatkan terjadinya antrian sampah sehingga hal ini dapat menyebabkan terjadinya polusi [7]. Pengolahan sampah sisa makanan selanjutnya adalah dengan menjadikan sebagai biogas melalui *anaerobic digestion* dimana dilakukan fermentasi anaerobik dalam biodigester yang membutuhkan waktu selama 30 hari [8]. Jika pengolahan melalui biogas maka untuk menghasilkan 66% gas *methana* dari komposisi gas memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 235 hari [9].

penelitian PLTBg yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan memanfaatkan sampah organik volume sampah yang di analisis sebesar 331,637 Ton mampu menghasilkan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



biogas 46.015,87 m/kg dan menghasilkan listrik 308.398,3607 kWh namun memerlukan proses yang lama untuk memproduksi sampah [11] Tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode gasifikasi yang dilakukan analisis TPA Muara Fajar hanya memanfaatkan sampah organik dan hanya mampu menghasilkan energi sebesar 416,78 kw atau sekitar 2% dari kebutuhan energi yang ada, karena tidak bisa memaksimalkan sampah organik di Pekanbaru [12]

Berdasarkan analisis dari penelitian sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru dari penelitian sebelumnya tentang pengelolaan sampah organik yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dengan metode *thermal combustion* seperti pirolisis dan gasifikasi tetapi dalam penelitian belum mampu secara cepat untuk mengatasi penumpukan sampah Kota Pekanbaru karena konsep dari gasifikasi yaitu mengubah benda padat menjadi gas dan udara yang masuk pada saat pembakaran terbatas dan pirolisis tanpa udara jadi secara otomatis menperlambat pembakaran dan sampah yang dibakar tidak sempurna dan insenerasi sendiri yaitu pembakaran secara sempurna karena udara yang dimasukkan sempurna dan abu yang dikeluarkan sedikit dan sangat cocok untuk solusi sampah yang menumpuk [31]

Sesuai dengan potensi sampah organik TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru tentang pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode pengelolaan thermal atau dengan sistem insenerasi. Teknologi ini dipilih karena merupakan teknologi yang sudah *proven*, banyak dipakai untuk kegiatan *Waste To Energy* (WTE) di dunia, ramah lingkungan, ekonomis, cocok untuk kondisi sampah kota Pekanbaru. PLTSa ini akan menggunakan tungku dengan jenis *reciprotating grate*, karena jenis ini sangat populer digunakan secara global. Unit pilot project PLTSa ini merupakan unit yang ramah lingkungan, karena dilengkapi dengan unit pengolahan pencemaran udara, yang terdiri dari *unit quenching* yang digunakan untuk mencegah terbentuknya kembali *dioksin* dan *fulan*, *unit scrubbing* untuk menyerap bahan berbahaya yang terkandung didalam gas buang dan unit *bag filter* untuk menangkap debu dibuang melalui cerobang asap.

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi proses PLTSa dengan metode thermal insenerasi dengan menggunakan simulator aspen hysys. Simulasi ini bertujuan untuk menciptakan suatu pemodelan proses yang hasilnya mendekati dengan kondisi nyata dan nantinya dapat digunakan sebagai sarana dalam optimasi proses secara nyata di kelayakan terhadap sistem yang mengelola sampah menjadi energi listrik secara *efektif* dan



efisien. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengetahui kelayakan pembangkit listrik. Kelayakan itu dibagi menjadi dua bagian yaitu dari aspek teknis dan aspek ekonomi dalam aspek teknis akan disimulasikan dengan *software aspen hysys* dan untuk aspek ekonomi akan ditinjau dari berdasarkan nilai *life cycle cost analysis* (LCCA) yang dilakukan secara hitungan matematis untuk mengetahui layak atau tidaknya pembangunan PLTSa.

Sehingga penulis mengangkat judul penelitian adalah” **Analisis Aspek Teknis Dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) (Studi Kasus:TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru)**”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana potensi sampah organik di TPA Muara fajar yang dikembangkan menjadi energi Listrik dengan metode insenerasi
2. Bagaimana aspek teknis yang diterapkan dalam menganalisis potensi energi PLTSa yang dihasilkan dari sampah organik
3. Bagaimana aspek ekonomi yang diterapkan untuk menganalisis PLTSa metode insenerasi

1.3 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui dan menganalisa potensi sampah organik di TPA Muara Fajar yang dikembangkan menjadi listrik
2. Mengetahui dan menganalisa aspek teknis dalam potensi energi PLTSa yang dihasilkan dari sampah organik
3. Mengetahui dan menganalisa aspek ekonomi dalam perhitungan dalam perhitungan secara matematis

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Bahan baku yang digunakan yaitu sampah organik TPA Muara fajar Pekanbaru
2. Pada penelitian ini aspek teknis perhitungan dilakukan dengan *software aspen hysys*
3. Pada penelitian ini akan di fokuskan kepada aspek teknis dan analisis ekonomi, dengan memanfaatkan sampah organik TPA Muara fajar kota Pekanbaru



4. Pada penelitian ini tidak membahas mengenai lingkungan dan sosial dari potensi PLTSa dari metode insenerasi
5. Analisis perhitungan aspek teknis PLTSa Stidak dilakukan melalui eksperimen tetapi berdasarkan pendekatan literature
6. Penelitian ini menggunakan data skunder dari dinas pengelolaan sampah kota Pekanbaru
7. Penelitian hanya sampai kelayakan pembangkit dan masih *off grid*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah

1. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada pemerintah kota Pekanbaru dalam pengelolaan dan pemafaatan sampah organik yang ada di TPA Muara Fajar kota Pekanbaru
2. Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya
3. Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi gambaran untuk meralisasikan pembagunan PLTSa di kota Pekanbaru

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



BAB II

Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Dalam penelitian tugas akhir ini akan dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian referensi yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang akan diselesaikan dari buku, artikel dan jurnal yang berkaitan. Penelitian tentang konversi termokimia *insenerasi* serta perancangan pembangkitnya telah dilakukan beberapa Universitas yang ada di Indonesia maupun di luar negeri.

Penelitian tentang studi perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah kapasitas 115 kw ini merupakan sebuah penelitian di kota tegal. TPA Kota tegal hanya memiliki satu tujuan untuk menampung sampah sehingga sampah yang ada kota menumpuk sehingga kehabisan lahan untuk menampung sampah salah satu langkah yang disediakan adalah memanfaatkan sampah untuk menjadi PLTSa. yang memanfaatkan sampah organik sebagai pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode *insenerasi* hasil simulasi perhitungan dengan ketersediaan sampah di TPA Muarareja di kota Tegal, jumlah sampah yang tersedia sebanyak 13.266,78 kg/jam, menghasilkan panas diruang bakar 2.137.278,25 KJ/jam dengan laju panas yang keluar dari *incinerator* 1.709.822,6 KJ/jam, laju masa aliran uap yang keluar dari ketel 680,71 kg/jam dan daya yang keluar dari turbin sebesar 127.410 watt serta daya yang dihasilkan generator sebesar 114,67 KW [15].

Penelitian simulasi profil gas dan potensi energi dari pembakaran sampah padat kota pada *model bed* dari *insinerator moving grate* penelitian ini dilakukan di kota bandung. Timbunan sampah di kota bandung di proyeksikan 1.549 ton/hari dengan jumlah penduduk 2.748.732 jiwa dengan produksi sampah 1100 ton/hari dan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sampah dengan metode *insenerasi*, metode ini dapat mengurangi volume sampah dengan jumlah yang besar dengan waktu yang relative singkat. penelitian ini dilakukan di 5 TPA dari data simulasi dengan data *proximate* dan *ultimate* TPA1, TPA1+2.5%, TPA1+5%, TPA1+7.5%, TPA1+10% dengan rentang waktu 15 menit potensi energi yang terbesar di peroleh dengan nilai 15.259 MW dari total sampah 1.549 ton /hari [16].

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Penelitian dengan judul *thermo-economic analysis of a novel conceptual process model for sustainable power plants using empty fruit bunches* meneliti tentang pemanfaatan tandan kosong untuk pembangkit tenaga listrik dengan metode insenerasi penelitian ini dilakukan untuk mengurangi pembuangan tandan kosong sebanyak 180.000ton/. Penelitian ini dilakukan di Malaysia dengan menjadikan tandan kosong sebagai energi terbarukan, dimana 180.000\ ton/tahun (500 ton/hari) dan untuk mensimulasikan aspek teknis dan ekonomi menggunakan sebuah perangkat lunak yaitu software aspen hysys 500 ton/hari menghasilkan energy listrik 10MW [17].

Penelitian dengan judul *Discussion on waste incineration power generation and its process calculation* penelitian ini adalah sebuah penelitian tentang pemanfaatan limbah sampah organik yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik menjelaskan lebih rinci tentang proses pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode *insenerasi* dalam penelitian di fokuskan tentang desain dan perhitungan panas yang dihasilkan dari pembakaran *insenerator* dalam simulasi yang dilakukan uk pembakaran 1 kg membutuhkan udara 3.2.2 udara *actual* untuk perhitungan persediaan dan uap yang diranjang 8000/jam pembangkit listrik terus menerus per tahun, sebenarnya jumlah listrik yang dapat digunakan oleh turbin uap adalah 2003.89kw / jam dan turbin yang di gunakan dengan kapasitas 400 kw dan mampu menghasilkan listrik 400.00 kw/h.[18].

Penelitian studi potensi limbah kota sebagai pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) kota singkawang yang mana penelitian ini menggunakan sampah organik, dengan 55% dari 193000,54 m³/h 104600 m³/h sampah organik dan didapat berat bersih 104.784,3 kg/hari maka diperoleh energi *thermal* yang masuk ke boiler sebesar 118.935.419,72 kkal/hari generator sebesar 1.034,74 kW, setelah itu untuk mendapatkan energi listrik yang dihasilkan dari *insenerasi* perhari adalah daya keluaran generator dikali dengan 24 jam sebesar 24.833,76 kWh/hari jika beroperasi selama satu tahun sebesar 9.064.322,4 kWh/tahun atau 9.064,32 MWh/tahun.[19].

Penelitian yang dilakukan di Muara Fajar kota Pekanbaru tentang pembangkit listrik tenaga sampah analisis teknis dan ekonomi konversi energi produksi gasoline. Yaitu penelitian tentang produksi listrik dengan metode priolisis. Priolisis yaitu produksi gasoline dengan me-

- Hal Sipi Di Didulaji Udaang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengummukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



manfaatkan sampah plastik menjadi gasoline lalu diubah menjadi listrik. Sampah 178 ton/hari menghasilkan gasoline 429 Kwh dengan energi listrik 17,90 Kw [10].

Penelitian ini adalah analisis tentang pembangkit listrik tenaga biogas yang dilakukan di Muara Fajar Kota Pekanbaru dalam penelitian PLTBg ini yang dimanfaatkan adalah sampah organik menjadi listrik. Metode yang digunakan dalam penelitian pembangkit listrik ini adalah dengan menjadikan sampah organik biogas untuk menghasilkan *gas metan* dengan dikonversi menjadi *gas engine* dan menjadi energi listrik dengan hitungan sampah organik 331 ton dikonversi menjadi *gas metan* $27.609 m^3$ dan potensi energi listrik 308.398 kwh [11].

Berdasarkan studi literatur diatas yang telah dilakukan, penelitian tentang pembangkit listrik dengan metode *incinerator*, dalam penelitian sebelumnya terfokus terhadap analisis potensi pembangkit listrik tenaga sampah metode *incinerator*. Salah satunya penelitian tentang potensi limbah kota singkawang, 19300,54 m/h sampah organik menghasilkan listrik 9.064,32 MW/Tahun dan sebuah penelitian dilakukan di Malaysia tentang potensi listrik dengan menggunakan cangkang sawit dengan metode *incinerator* yang mana dalam penelitian 500 ton/hari menghasilkan listrik 10MW/h. Dan TPA muara fajar kota pekanbaru juga pernah dilakukan analisis tentang pembangkit listrik dari metode priolisis dan metode biogas namun dari penelitian yang sudah pernah dilakukan di TPA Muara Fajar seperti biogas pengelolannya memerlukan waktu yang lama dan belum bisa untuk mengatasi sampah yang masuk di TPA Muara Fajar kota Pekanbaru dan analisis dengan metode priolisis juga sudah pernah dilakukan namun pengelolaan sampah hanya terkhusus kepada sampah plastik sehingga belum bisa mengatasi timbulan sampah di TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru

Penelitian diatas yang membahas tentang incinerator masih perlu untuk digembangkan untuk penelitian selanjutnya karena dalam penelitian-penelitian sebelumnya hanya sampai rancangan pembangkit listrik dan produksi listrik maka dari itu peneliti menambahkan dari aspek teknis dan ekonomi yang mana dalam aspek teknis akan disimulasikan menggunakan *software aspen hysys* dan untuk aspek ekonomi akan dilakukan dengan hitungan matematis untuk mengetahui kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) TPA Muara Fajar.

- Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2. Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Sampah

Berdasarkan SK SNI tahun 1990, Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Pada umumnya pandangan masyarakat terhadap pengetahuan tentang sampah organik yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga dan industri, adalah benda yang yang tidak lagi diinginkan atau tidak bernilai ekonomis.[21]. Sampah adalah sesuatu yang tidak dikehendaki lagi oleh yang punya dan bersifat padat. Sementara di dalam UU NO 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan [19].

2.2.2 Jenis-Jenis Sampah

Jenis sampah dikenal beberapa pembagian. Pembagian atas dasar zat pembentuknya yaitu sampah organik dan anorganik. Kemudian pembagian atas dasar sifatnya yaitu sampah yang mudah membusuk, sampah yang mudah terbakar dan sampah yang tidak mudah terbakar dalam pembagian sampah dibagi menjadi tiga, yaitu : [20].

- a. Sampah domestic
- b. Sampah bangunan
- c. Sampah fasilitas umum

Dalam ilmu kesehatan lingkungan, pembagian sampah yang sering di klasifikasikan dari cara di atas sehingga sampah dibedakan atas

1. Sampah organik

Adalah benda yang sifatnya cepat membusuk ketika dilakukan pengolahan atau sisa pengolahan yang membusuk misalnya sampah dari dapur, restoran, hotel dan sebagainya. Dengan demikian pengelolaannya menghendaki kecepatan, baik dalam pengumpulan maupun dalam pembuangannya [20].

2. Sampah anorganik

Adalah sampah yang sifatnya mudah atau susah terbakar, berasal dari rumah tangga, pusat perdagangan dan perkantoran yang tidak termasuk kategori *garbage*. Sampah



yang mudah terbakar umumnya terdiri dari zat organik, seperti kertas, sobekan kain, kayu, plastik, sedangkan sampah yang sukar terbakar sebagian besar berupa zat anorganik seperti logam, mineral, kaleng, dan gelas [20].

2.2.3 Karakteristik Sampah

Proses penanganan sampah yang tepat dan efektif sangat bergantung dari karakteristik timbunan sampah yang akan diolah. Karakteristik timbunan sampah akan sangat bervariasi bergantung pada komponen-komponen sampahnya, sehingga dimungkinkan akan terjadinya perbedaan sifat baik secara fisika maupun kimiawi. Karakteristik sampah dapat dikelompokkan menurut sifat-sifatnya, seperti [21].

- Komposisi adalah : sebaran jumlah dari jenis sampah yang berbeda baik dalam persen berat atau volume
- Karakter fisika: densitas, sebaran ukuran, proksimat (kadar air, kadar volatile, kadar abu, kadar karbon tetap), nilai kalor
- Karakter kimia: susunan kimia sampah terdiri dari unsur C, N, S, O, P, H, Cl, Hg, dsb. [21].

2.2.4 Menghitung Prediksi Pertambahan Sampah

Prediksi jumlah sampah memperkirakan jumlah sampah pada tahun yang akan datang dengan mengacu pada pertambahan jumlah sampah pada tahun – tahun yang sebelumnya

dengan menggunakan metode persamaan geometrik yaitu : $(Selisih (\%)) = \frac{T_a - T_b}{T_a} \times 100\%$

(2.1)

Keterangan :

T_a = jumlah sampah pada tahun awal

T_b = jumlah sampah tahun berikutnya

Menghitung prediksi sampah

$$T_b = T_a + (T_a \times r) \quad (2.2)$$

Keterangan :

T_a = jumlah sampah pada tahun awal

= Rata – Rata pertambahan sampah (%)



A. Analisis Ultimate

Menghitung persentase dari *Fixed Carbon on a dry, mineral-matter free basis* [10].

$$DMMFVC = \frac{FC}{FC+VOL} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana : DMMFVC = *Dry mineral matter free fixed carbon* (%)

FC = *Fixed carbon* (%)

VOL = *Volatile Matter* (%)

Menghitung persentase dari *Volatile Matter And Dry, Mineral-Matter Free basis* [10].

$$DMMFVO = \frac{VOL}{FC+VOL} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dimana : DMMFVOL = *Dry mineral matter free volatile matter* (%)

FC = *Fixed carbon* (%)

VOL = *Volatile Matter* (%)

Menghitung persentase carbon [10].

$$C = \frac{[DMMFVC + 0,9(DMMVOL - 14) \times (VOL + FC)]}{100} \quad (2.5)$$

Dimana : C = *Kandungan karbon* (%)

DMMFVC = *Dry mineral matter free fixed carbon* (%)

DMMFVOL = *Dry mineral matter free volatile matter* (%)

FC = *Fixed carbon* (%)

VOL = *Volatile Matter* (%)

Menghitung persentase Nitrogen [10].

$$N = \frac{[(2,1 - 0,012 \times DMMFVOL) \times (VOL + FC)]}{100} \quad (2.6)$$

Dimana : N = *Kandungan nitrogen* (%)

DMMFVC = *Dry mineral matter free fixed carbon* (%)

DMMFVOL = *Dry mineral matter free volatile matter* (%)

FC = *Fixed carbon* (%)

VOL = *Volatile Matter* (%)

Menghitung Presentase Hidrogen [10].

$$H = \frac{\left[\left(\frac{DMMFVOL \times 7,35}{DMMFVOL + 10} \right) - 0,013 \right] \times (VOL + FC)}{100} \quad (2.7)$$

Hal ini dilindungi Undang-undang. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber: a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau. 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dimana: H = Kandungan hidrogen (%)

DMMFFC = *Dry mineral matter free fixed carbon* (%)

DMMFVOL = *Dry mineral matter free volatile matter* (%)

FC = *Fixed carbon* (%)

VOL = *Volatile Matter* (%)

Menghitung Presentase Oksigen[10].

$$O = 100 - S - H - C - \text{MOISTURE} - N = \quad (2.8)$$

Dimana: O = Kandungan oksigen (%)

S = Kandungan sulfur (%)

H = Kandungan hidrogen (%)

C = Kandungan carbon (%)

Moisture = Kandungan air (%)

N = Kandungan nitrogen (%)

2.2.5 Laju Timbunan Sampah

Laju timbunan sampah adalah penumpukan sampah yang sangat ditentukan oleh seluruh aktifitas yang menghasilkan sampah. Laju timbunan sampah dapat dinyatakan dalam beberapa satuan [23].

- a. Satuan Berat : kilogram per orang per hari (kg/orang/hari)
- b. Satuan volume : liter/orang/hari (Liter/hari).

Pada tabel dibawah ini menunjukkan bahwa jumlah timbunan sampah yang berada di Pekanbaru pada tahun 2017-2018 telah mencapai 745,20 ton/hari dengan berbagai macam jenis komposisi sampah

2.3 Pengertian Insenerasi

Insinerasi adalah suatu teknik dalam pengolahan sampah dengan cara membakar dengan temperatur tinggi (Thermal Treatment), dan mengubah menjadi debu, gas, partikulat, dan panas. Masalah yang timbul dari proses pembakaran ini adalah gas yang ditimbulkan, seperti dioxin, furan, logam berat, CO, HCL, NOx, dan SO2. Jika gas-gas yang dikeluarkan melalui cerobong tersebut tidak disaring terlebih dahulu, maka akan menimbulkan pencemaran udara [22].



Insinerasi pada dasarnya juga merupakan teknologi pembakaran pada limbah baik sampah organik maupun non organik dengan temperatur tinggi. Teknologi insinerasi dan sistem pengolahan limbah temperatur tinggi lainnya digambarkan sebagai “perlakuan termal”. Pada hakekatnya, insinerasi barang-barang sisa atau sampah mengkonversi limbah menjadi panas yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi seperti listrik. Salah satu cara teknologi pengolahan limbah adalah dengan teknologi insinerasi, dan alat yang digunakan biasa disebut dengan insinerator. Pengolahan limbah dengan insinerator terutama bertujuan untuk mengurangi volume dari limbah itu sendiri sampai sekecil mungkin, kemudian juga untuk mengolah limbah tersebut supaya menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan serta stabil secara Kimiawi [16].

Pada pembakaran diruang insinerasi (yang disebut insinerator), pembakaran pada ruang bakar mencapai 800 hingga 1100 °C, dan menghasilkan flue gas (gas buang) dengan temperatur tinggi. Dengan pembakaran temperatur tinggi, sampah mengalami oksidasi dan berubah fasa dari padatan atau cairan menjadi gas, utamanya dalam bentuk CO₂ (karbon dioksida) dan H₂O (air). Akibat yang ditimbulkan dari ruang bakar dengan temperatur tinggi, insinerasi menjadi sangat efektif untuk mengurangi volume sampah sebanyak 80 hingga 90 persen, dengan abu dan partikulat sebagai residu. Manfaat yang dihasilkan dari pembakaran salah satunya adalah pembangkit tenaga listrik dan keperluan masyarakat lainnya seperti (pemanas ruangan/pemanas air). Konsep inilah yang disebut sebagai Waste to Energy (WtE) termal insinerasi. Di dalam WtE termal insinerasi terdapat insinerator penghasil gas panas, boiler sebagai penangkap panas sekaligus pengubah air menjadi uap, turbin uap yang mengubah energi uap menjadi putaran, serta generator yang mengubah 7 putaran turbin menjadi daya listrik, dan komponen-komponen pendukung lainnya [23].

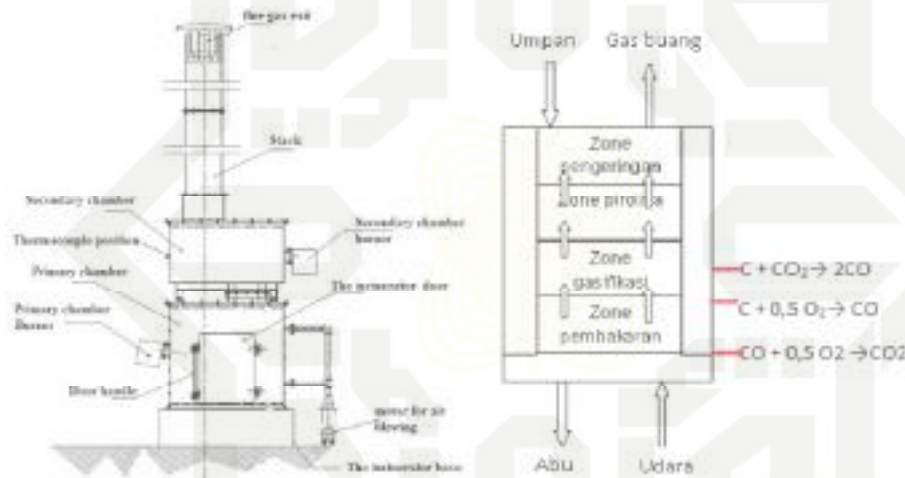
2.3.1 Jenis-Jenis Reaktor Insenerasi

Terdapat jenis-jenis WtE termal berbasis insinerasi berdasarkan konsep pembakarannya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.1.1 Fixed bed Incinerator/Reactor

Tipe *fixed bed* adalah salah satu tipe konvensional, yang mana *grate* ini berada pada bagian bawah mesin insenerasi, jarang ditemukan pada bagian atas atau samping dan tipe *fixed bed* insenerasi juga bukan untuk memindahkan bahan yang tidak terbakar (abu, logam, dan sebagainya). Dan pada bagian bawah piringan (*grate*) adalah *ash* pit yaitu tempat untuk menampung abu. merupakan skema insinerator *fixed bed* dan prinsip kerjanya. Langkah kerja pada tipe *fixed bed* insenerator melewati beberapa zona pembakaran, zona gasifikasi, zona pirolisa dan zona pengeringan pada bagian paling atas. hasil gas pembakaran mengalami reaksi gasifikasi dengan bantuan panas eksotermis hasil pembakaran. Selanjutnya gas panas ini mengalir ke atas melewati zona pirolisa dimana pada zona ini terjadi proses penguapan bahan menguap sampah kering yang berasal dari zona pengeringan [21].



Gambar 2.1 Tipe *incenerator Unggun Terfluiduida* [20]

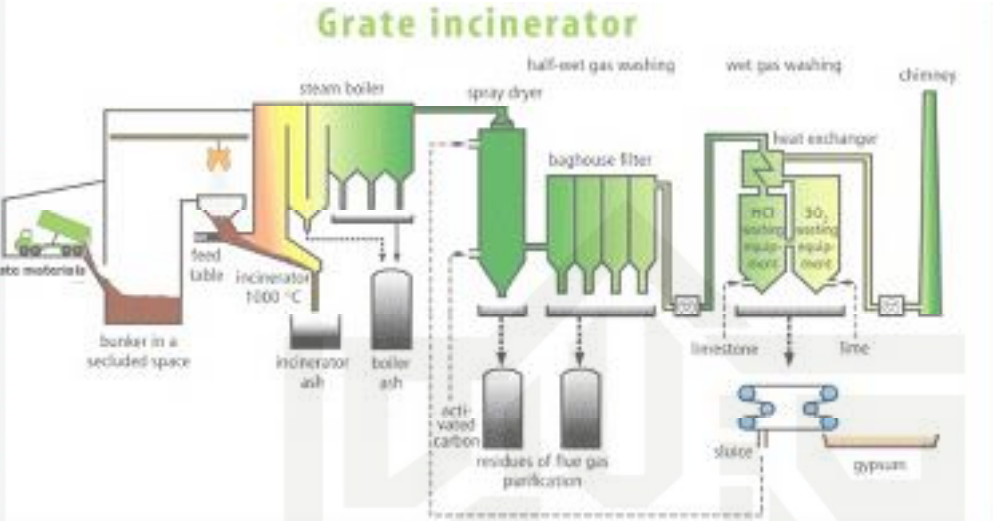
Pada tahap akhir gas panas dan bahan menguap mengalir ke zona pengeringan sehingga sampah mengalami dehidrasi sebelum dibuang ke luar. Sampah kering hasil dehidrasi turun ke zona pirolisa baik secara gravitasi atau dengan bantuan mekanis. Produk dari zona pirolisa berupa arang mengalir ke zona pembakaran [23].

2.3.1.2 Moving Grate (MG) Incinerator (Stoker)

Tipe insenerasi moving grate (*MG*) adalah salah satu tipe yang banyak diaplikasikan pada PLTSA di dunia, karena *MG* memiliki pergerakan sampah dengan menggunakan *conveyor* pada ruang pembakaran agar terjadi pembakaran yang efektif dan sempurna pada sampah. Salah satu tujuan utama dari tipe *moving grate* ini adalah distribusi udara yang baik pada rang



bakar sesuai kebutuhan pembakaran. PLTSa dengan jenis *moving grate* dapat membakar 35 metrik ton sampah per jam. Tipe *moving grate stoker* tidak membutuhkan *pre-treatment*, sehingga dapat mengolah sampah dengan variasi dan jumlah yang besar [23].

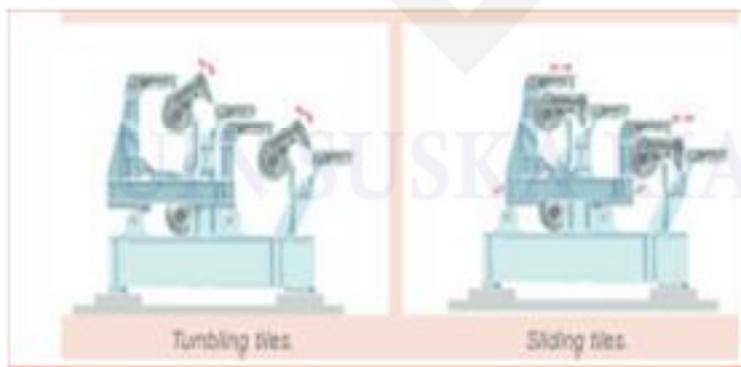


Gambar 2.2 :Moving Grate Incenerator [20]

A. Jenis-Jenis Insenerator Moving Grate

a. *Tumbling & Sliding Tiles Moving Grate*

Tipe tumbling dan sliding tiles moving grate adalah salah satu tipe yang memiliki keunggulan dengan mengakomodasi fluktuasi komposisi sampah yang berbeda sebagai input ruang bakarnya. tipe aktuator yang terkontrol secara terpisah yang digunakan untuk pergerakan/pemindahan sampah pada *grate* sekaligus pencampuran sampah. Dua hal ini diakomodasi dengan menggunakan sliding tiles (untuk pergerakan sampah horizontal secara kontinu dan lambat) dan tumbling tiles (pergerakan sampah secara vertikal miring untuk pencampuran dan insenerasi) [22].



Gambar 2.3 *Tumbling & Sliding Tiles Moving Grate* [20]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



B. *Two-way gas flow with intermediate ceiling*

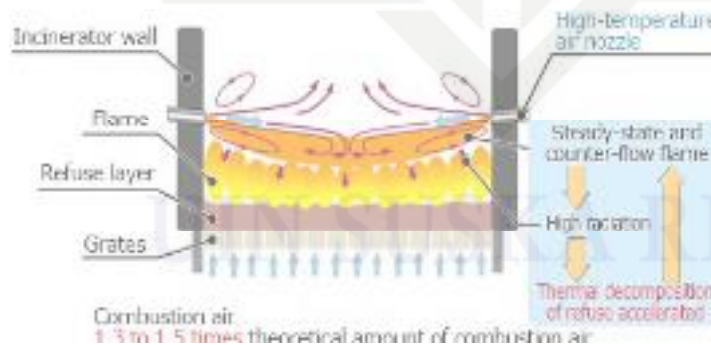
Pada teknologi ini, gas tak terbakar (unburned gas) dan gas terbakar (burned gas) dipisahkan di dalam ruang bakar dengan *intermediate ceiling* dan dicampurkan kembali di ruang pencampuran untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna. NOx yang tergenerasi pada zona pembakaran utama (zona merah) berkurang dan terdekomposisi di dalam ruang pencampuran gas ketika beraksi dengan NH3, HCN, dan lain-lain yang terdenitrasi sendiri (self-denitrated) pada zona pengeringan (zona biru) [20].



Gambar 2.4 Skematik two-way gas flow [20]

C. *Low-excess air combustion*

Pada ruang bakar stoker normal, aliran gas dan daerah temperatur pada ruang bakar adalah heterogen, sehingga udara berlebih dari nilai teoritiknya harus diberikan untuk kestabilan pembakaran. Udara pembakaran temperatur tinggi yang berasal dari flue gas setelah *filter bag* (sebelum *induced draft fan*) ditiupkan diatas bagian *refuse layer* membentuk zona pembakaran yang stabil pada lapisan sampah bagian atas (*refuse layer*) [22].



Gambar 2.5 Low-excess air combustion [20]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

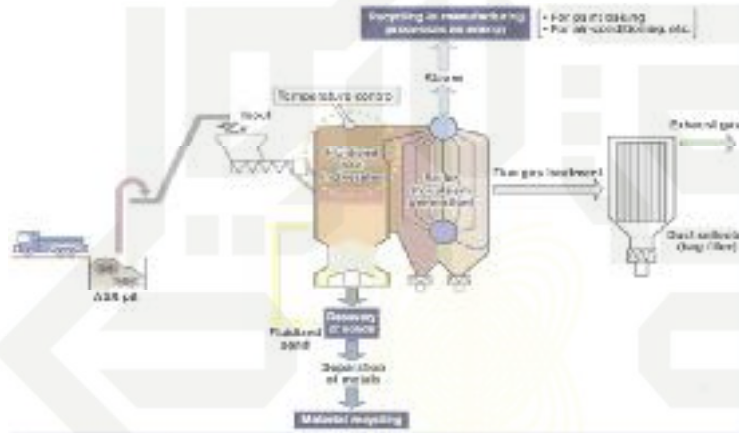
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.3.1.3 Fluidized bed (FB) Incinerator

fluidized bed incinerator adalah sebuah tungku pembakar yang menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti pasir kuarsa atau pasir silika, sehingga terjadi pencampuran (*mixing*) yang homogen antara udara dengan butiran pasir tersebut. Percampuran yang konstan antara partike-partikel mendorong terjadinya laju perpindahan panas yang cepat serta terjadinya pembakaran sempurna. Fluidized Bed Incinerator cenderung berbentuk tegak lurus dan silindris. Sebagai ilustrasi gambaran sebuah fluidized bed tampak seperti gambar di bawah ini [23].



Gambar 2.6 Fluidized bed (FB) Incinerator [20]

2.3.1.4 Komponen Utama PLTSa Metode Insenerasi

Berdasarkan konsep tersebut, terlihat bahwa PLTSa termal insinerasi harus dirancang, dibuat dan digunakan sebagai satu kesatuan komponen agar dapat berjalan sesuai tujuan, yaitu memusnahkan sampah padat/cair dan memanfaatkan panas yang dibangkitkan menjadi energi listrik.

2.3.2 Sistem Penerimaan Sampah

Sistem ini bertujuan sebagai penerima awal dari sampah pada PLTSa untuk penanganan sampah pertama kali. Pada sistem ini terdapat *overhead crane* atau sistem serupa untuk melakukan homogenisasi sampah dan memasukkannya ke ruang bakar, serta mungkin terdapat pencacah atau pengering awal sampah sebagai tahapan pemrosesan awal (*pre-treatment*) sampah sebelum masuk ruang bakar [22].

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.7 Tempat Penerimaan Sampah [20]

2.3.2.1 Ruang Bakar

Ruang bakar berfungsi untuk ruang pembakaran sampah. Ruang bakar ini dilengkapi dengan jeruji besi yang berguna untuk mengatur jumlah masuk sampah dan untuk memisahkan abu dengan sampah yang belum terbakar. Dengan demikian tungku tidak terlalu penuh. Ruang bakar ini juga didesain sedemikian rupa agar dapat digunakan sebagai proses konversi panas gas pembakaran ke pipa sehingga membangkitkan uap yang nantinya akan membangkitkan listrik melalui konversi ke turbin dan generator. Temperatur pada ruang bakar insenerator dapat mencapai lebih dari 850oC.[18].



Gambar 2.8 Ruang Bakar (*burner*) [20]

2.3.2.2 *Flue Gas Treatment System (Air Pollution Control)*

Sistem penanganan *flue gas* atau yang biasa disebut *air pollution control* merupakan sistem untuk mengatur kondisi *flue gas* yang telah dimanfaatkan boiler sedemikian sehingga dapat keluar ke atmosfer di bawah batas emisi yang diizinkan [22].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

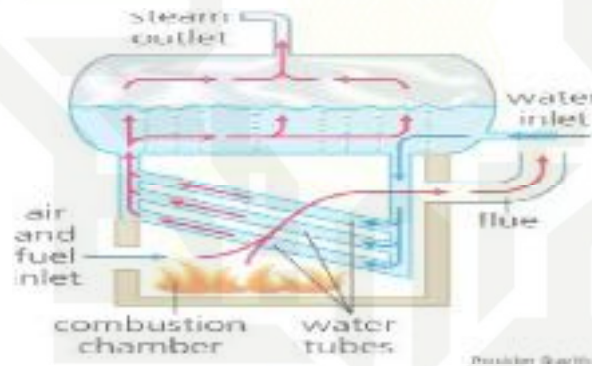
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.9 *Flue gas treatment system* [20]

2.3.2.3 Boiler

Boiler merupakan sistem pemanfaatan panas untuk memanfaatkan *flue gas* yang masih panas dari ruang bakar sehingga mampu mengubah air menjadi uap sebagai masukan turbin. Uap jenuh keluaran turbin lalu dimasukkan ke kondenser. Proses Pembakaran (Insinerasi) untuk didinginkan dan kemudian dipompa masuk kembali ke boiler [20].



Gambar 2.10 Proses Boiler [20]

2.3.2.4 Turbin Dan Generator

Daya untuk mengkonversi energi uap menjadi energi listrik, maka peralatan pengkonversi seperti turbin uap dan generator di instalasi pada sisi pemanfaatan uap yang terbangkitkan. Uap akan memutar turbin yang dikopel dengan generator listrik. Sehingga daya listrik dapat diproduksi dari proses konversi energi. Daya yang dapat dibangkitkan tergantung pada jumlah sampah yang memiliki kandungan bahan mampu bakar seperti serat, kertas atau limbah biomassa [20].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.11 Turbin Dan Generator [20].

2.3.3 Desain komponen PLTSa metode insenerasi

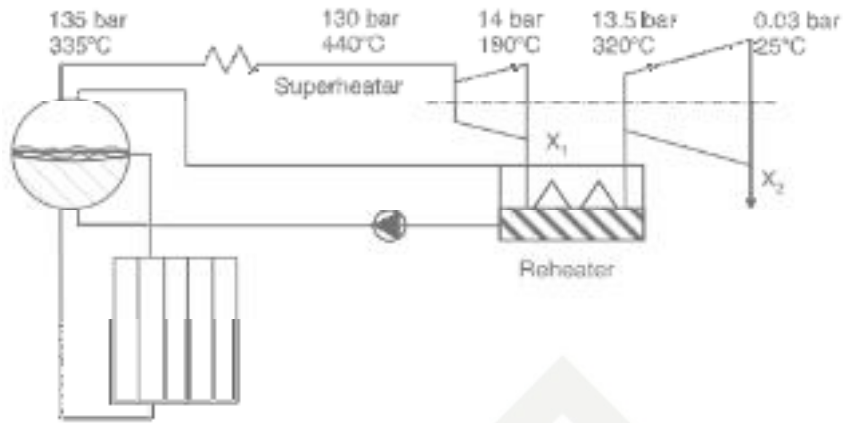
Desain komponen pendukung PLTSa termal *insinerasi* ini menjelaskan secara global aspek-aspek apa yang perlu diperhatikan perancangan komponen pendukung PLTSa, mencakup sistem, subsistem, aksesoris, ataupun komponen-komponen dari sistem pendukung. Subbab ini juga menjelaskan parameter-parameter yang perlu dihitung pada komponen atau subsistem pendukung termal insinerasi. Beberapa diantaranya yang dijelaskan pada subbab ini adalah yang menggunakan prinsip siklus Rankine, berupa unit pengkonversi energi, air proses, pengolahan gas buang, blower, stack, dan juga turbin-generator [22].

2.3.3.1 Rancangan Unit Pengkonversi Energi (*Energy Conversion System*)

Pada PLTSa jenis *Insinerasi*, unit konversi energi yang paling memungkinkan untuk digunakan adalah *external combustion engine*. *External combustion engine* adalah satu paket peralatan pengkonversi energi termal di mana energi panas yang dihasilkan dari sumber eksternal (*flue gas*) dipindahkan pada fluida kerja (air) pada suatu sistem tertutup untuk menghasilkan uap yang akan diekstraksi melalui ekspansi pada unit turbin untuk menghasilkan listrik. merupakan representasi unit pengkonversi energi, menggunakan steam generator dan fluida kerja air [22].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.12 Skema unit konversi energi sistem Rankine [20].

2.3.3.2 Rancangan Air Proses

Penggunaan air dalam proses merupakan hal krusial yang perlu diperhatikan terutama pada proses yang menggunakan sistem uap rankine. Rancangan air proses dibuat beberapa asumsi yakni:

- a. *Working cycle* (misal: 24 jam)
- b. Jumlah *line* proses
- c. Nilai *continous maximum load (CML), thermal load*
- d. Iklim (temperatur dan kelembaban) [22].

Beberapa contoh utilitas yang memerlukan rancangan air proses antara lain:

- a. Air umpan ketel (*feedwater boiler*)
- b. Air pendingin kondensor
- c. Air pendingin *grate*
- d. Air pendingin unit konversi energi (*radiator engine, turbin gas, turbin uap*)
- e. Air untuk unit *wet scrubber*
- f. Air pada *urea solution* unit SCR
- g. Air untuk sarana pemadam kebakaran, dsb [22].

2.3.3.3 Rancangan Sistem Pengelolahn Gas Buang

Sistem pengolahan gas buang, alur proses, beserta fitur secara terperinci (*recycleable* atau sekali pakai) harus dapat dijelaskan secara detail, selain itu harus disertakan gas yang mampu diolah dan dikurangi, lengkap dengan alat ukur dan material non-bahan baku lain yang diperlukan. Sistem pengolah gas buang secara umum minimum terdiri dari beberapa utilitas yang dirancang untuk menurunkan tingkat emisi dari gas buang hasil pembakaran pada



ruang bakar insinerasi. Sistem pengolahan gas buang dirancang minimal memiliki beberapa utilitas berikut dengan fungsinya

- a. *Electrostatic precipitator* – mengendapkan fly ash dan PM (*Particulate Matter*)
- b. *Dry scrubber/ wet scrubber* – menghilangkan gas asam (SO₂, HCl), *dioxin dan furan*
- c. *Bag filter* – menyaring sisa PM dan debu
- d. *SCR (selective catalytic reactor)* atau *SNCR (selective non catalytic reactor)-De-NO_x, VOC (volatile organic compound)* [20].

2.3.3.4 Rancangan Turbin, Generator, Sistem ElektriKa

Sistem pembangkitan listrik (*turbo-generator*) merupakan unit pengkonversi energi mekanik (putaran poros) melalui *steam turbine* dengan konsep *siklus uap rankine*. Dari *siklus rankine* tersebut dapat dihasilkan daya dan energi kinetik pada poros turbin yang dikopel dengan generator untuk menghasilkan energi listrik dikonversikan melalui unit *Electrical Generator*. Selain itu, pembangkitan daya juga dapat menggunakan *siklus brayton* (apabila menggunakan gas) dan juga motor bakar (*reciprocating engine*), namun pada sub bab ini hanya dijelaskan mengenai sistem pembangkitan yang umum digunakan pada PLTSA yaitu *Siklus Rankine* [22].

Pada unit konversi menggunakan *siklus uap Rankine* (menggunakan turbin uap), parameter-parameter seperti berikut

- a. Pada unit rancangan turbin uap meliputi :
 1. *Baseload, power rating (MW)*
 2. *Inlet pressure (bar), inlet temperature (K), condenser pressure (mbar), stage turbin*
 3. *Net efficiency, gross efficiency (%)*
 4. Sistem pendingin
 5. Kecepatan putaran poros (rpm)
 6. *Start up time (menit)*
 7. Dimensi (panjang x lebar x tinggi)
- b. Pada unit Generator, rancangan meliputi:
 1. Kecepatan putaran poros (rpm)



2. Frekuensi jala-jala (Hz)
3. Sistem *gearbox* dan *kopling*
4. Sistem pendingin generator
5. Sistem proteksi

2.4 Laju Timbunan Sampah

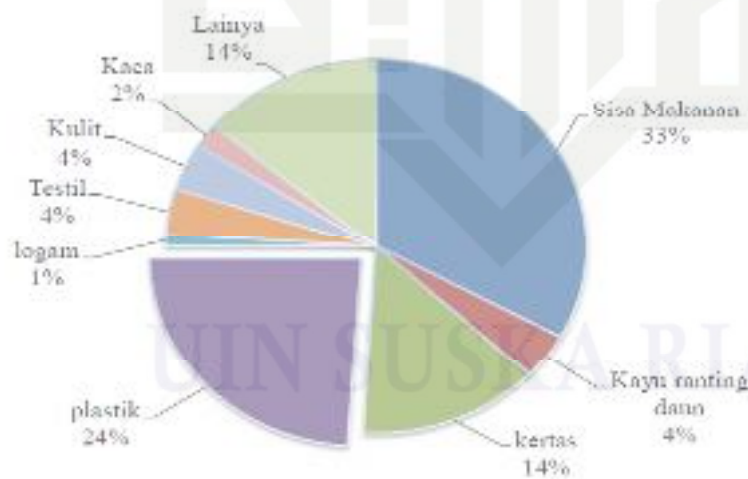
Timbunan sampah pada dasarnya sangat ditentukan oleh seluruh aktifitas yang menghasilkan sampah. Laju timbunan sampah dapat dinyatakan dalam beberapa satuan [23].

- a. Satuan Berat : kilogram per orang per hari (kg/orang/hari)
- b. Satuan volume : liter/orang/hari (Liter/hari).

Pada tabel dibawah ini menunjukkan bahwa jumlah timbunan sampah yang berada di Pekanbaru pada tahun 2017-2018 telah mencapai 745,20 ton/hari dengan berbagai macam jenis komposisi sampah [25].

Tabel 2.1 Jumlah timbunan sampah periode 2017-2018

	Provinsi	Regional	Jumlah timbunan sampah harian ibu kota
Kota Pekanbaru	Riau	Sumatera	745.20 Ton/hari



Gambar 2.13 Persentase grafik sampah di pekanbaru 2017-2018 [23].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.5 Simulasi

Simulasi merupakan tiruan dari sebuah sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem, simulasi dapat didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu. atau simulasi merupakan proses perancangan *model* dari sistem nyata yang dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap model untuk mempelajari perilaku sistem atau evaluasi strategi [25].

- a. Tidak semua sistem dapat dipresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat
- b. Dapat bereksperimen tanpa adanya risiko pada sistem nyata dengan simulasi
- c. Memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan. simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sebaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan simulasi dapat memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu *relative* singkat dan dapat menggunakan *input* data bervariasi. adapun kekurangan dari model simulasi yaitu [25].

2.5.1 Aspenone Hysys 7.3

Hysys merupakan singkatan dari *Hypothetical System* (sistem hipotesa), Simulasi proses dapat diartikan membuat suatu proses produksi suatu bahan ke dalam diagram alir proses (*Process Flow Diagram*) dan menghitung neraca massa dan neraca panas/energi pada masing-masing peralatan yang digunakan pada simulasi *hysys* dapat digunakan untuk merancang beberapa peralatan pada pabrik yang akan didirikan (*sizing*) atau mengevaluasi kinerja suatu peralatan pada pabrik yang sudah ada (*rating*). *Hysys* memiliki kelebihan dari program-program simulasi proses lainnya. Program ini bersifat interaktif karena langsung memberitahukan input apa yang kurang pada saat penggunaanya mendesain suatu proses dan juga langsung memberitahukan apabila ada kesalahan yang terjadi [12].

Hysys merupakan alat bantu yang ada dari sekian *tool-tool* yang disediakan dan dibuat oleh para ahli untuk mempermudah pekerjaan pemodelan suatu alat aspen *hysys* dikeluarkan oleh Hyprotech, sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan *software* dan pengadaan, *software hysys* kita dapat membuat desain pabrik beserta *troubleshootingnya*



menggunakan model dinamis maupun *steady state*. Aspen hysys dapat memberikan hasil dari berbagai pilihan *package* pada satu lembar kerja dan juga pada hysys dilengkapi dengan *software* yang bersifat umum dan algoritma alat yang mungkin di hysys belum tersedia sehingga kebutuhan dari pemakai dapat maksimal [12].

2.5.2 Prosedur Simulasi

Simulasi dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Buka aplikasi *aspen hysys* lalu tekan new lalu pilih cash dan masukan *carbon, hydrogen, oksigen* dan *nitrogen* lalu masukan nilai nya
- b. Pada menu *property package* di input *Peng-Robinsons* sebagai *fluid package* yang digunakan. Dalam pemilihan *fluid package* harus sesuai dengan pendekatan perhitungan dan karakteristik fluida.
- c. Setelah memilih *property package*, masuk ke *Enter Simulation Environment*, selanjutnya dipilih alat yang akan disimulasikan, yaitu *Heat Exchanger*. Klik dua kali pada *heat exchanger*, kemudian menginput data analisis perencanaan termal pada menu spesifikasi perencanaan *heat exchanger*. Pada halaman *design*, pada sub menu *connections* dimasukkan *tube side inlet* dengan nama *Ammonia*, *tube side outlet* dengan nama fluida *Ammonia out*, *shell side inlet* dengan nama fluida *Water* dan *shell side outlet* dengan nama fluida *Water out*. Masih pada halaman *design*, masuk ke sub menu *parameters*. Pada *Heat Exchanger Models* diganti menjadi *Steady State Rating*, hal ini dimaksudkan bahwa *heat exchanger* dalam kondisi *steady state*, mengabaikan isian *pressure drop* karena nantinya nilai *pressure drop* akan dihitung secara otomatis, nilai *pressure drop* ini yang nantinya akan dibandingkan dengan data desain.
- d. Pada halaman *worksheet*, sub menu *conditions*, di input nilai-nilai yang diketahui. Seperti temperatur *Ammonia*, *Ammonia out*, *Water*, dan *Water out*, *pressure Ammonia in*, pada kolom *vapour water* diisi dengan 0 (nol) karena *water* dalam kondisi cair, bukan uap, nilai *mass flow* dari *ammonia in*, dan *water in*. selebihnya akan dihitung secara otomatis.
- e. Komposisi dari *Fluida Ammonia* maupun *Water* akan dimasukkan didalam menu *worksheet sub menu composition*. Dalam simulasi ini di asumsikan bahwa komposisi



antara ammonia dan *water* adalah murni tanpa adanya zat pengotor, maka diisi dengan angka 1 (satu) sebagai indikasi apabila zat murni.

Pada halaman *rating*, masuk ke dalam sub menu *sizing*, di input data analisis perencanaan termal pada *sizing* data *overall*, *shell*, dan *tube*. Selanjutnya masuk ke dalam sub menu *heat loss*, dipilih sub menu *simple* pada *heat loss model*. Kemudian diisi dengan data analisis perencanaan termal yang ada.

Ketika semua data yang ada sudah dimasukkan, dan sudah ada keterangan “OK” berwarna hijau di bagian bawah halaman, maka dapat dilihat hasil perhitungan yang ada dengan memilih menu *performance*. Dalam menu *performance* dapat dipilih sub menu *details*, dan *plots* (untuk melihat dalam bentuk grafik). Setelah muncul layar *performance-details*, kembali ke menu *design* dan sub menu *parameters* untuk dilakukan pengecekan nilai delta P, *heat exchanger* dalam keadaan baik apabila nilai delta P yang ada dibawah dari nilai delta P pada data analisis perencanaan termal, begitu juga sebaliknya, *heat exchanger* dalam keadaan buruk atau kotor apabila nilai delta P pada sub menu *parameters* lebih tinggi dari data analisis yang ada [26].



Gambar 2.14 Ruang Kerja Aspen Hysys [26].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.5.3 Menghitung Efisiensi Turbin

$$n_{\text{turbine}} = \frac{\text{Energi kalor dalam 1 kWh}}{\text{heat rate turbin}} \times 100 \% \quad (2.9)$$

Dimana:
 n_{turbine} : efisiensi turbin

Energi kalor dalam 1 kWh : 3.600 kJ

Turbine Heat Rate : Kj/h [30]

2.5.4 Menghitung Efisiensi Dan Daya Generator

Untuk memanfaatkan energi uap dari boiler sehingga dapat berputar dan menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [30].

a. Menghitung Efisiensi Generator

$$n_{\text{generator}} = \frac{\text{beban}}{\text{daya turbin}} \times 100\% \quad (2.10)$$

$n_{\text{generator}}$ = Efisiensi Generator (%)

Beban = Daya Beban Generator (kW)

P_{Turbine} = Daya Turbin (MW)

b. Menghitung daya turbin

$$P_{\text{Generator}} = N_{\text{Efektif}} \times n_{\text{generator}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

$P_{\text{Generator}}$ = daya yang dihasilkan generator

N_{Efektif} = daya yang keluar dari turbin

$n_{\text{generator}}$ = efisiensi generator

2.6 Analisa Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku untuk pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) dilakukan dengan menggunakan metode *life cycle costs* yang terdiri dari *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate Of Return* (IRR) *Payback Period* (PBP). Dalam analisis ekonomi ini dilakukan untuk mengetahui analisis kelayakan finansial sampah organik untuk PLTSA metode *incenerator* berdasarkan total aliran pendapatan tahunan dan total aliran biaya tahunan



Komponen biaya terdiri dari biaya awal (*Capital Cost*) pembangunan PLTSa, biaya operasional (*Operational Cost*) yaitu biaya ketika sudah selesai dibangun, Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*) dan selanjutnya biaya siklus hidup

2.6.1 Perhitungan Komponen Biaya PLTSa

a. Biaya Investasi (*Capital Cost*)

Biaya investasi awal adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem hingga siap digunakan. Biaya ini biasanya dikeluarkan di awal-awal pembangunan dalam jumlah yang relatif besar dan berdampak jangka panjang. Salah satu contoh investasi awal adalah biaya keseluruhan bahan baku sistem, biaya pekerja, dan lainnya. contohnya

1. pembuatan/penyediaan bangunan kantor, pabrik, gudang, fasilitas produksi lainnya serta infrastruktur yang diperlukan untuk itu
2. penyediaan fasilitas produksi, mesin-mesin, peralatan dan fasilitas kerja lainnya
3. pengadaan armada kendaraan
4. pengadaan sarana pendukung seperti perabotan kantor, komputer untuk sistem informasi manajemen, dan sebagainya;
5. pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia

b. Biaya Operasional (*Operational Cost*) Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan setelah sistem sudah siap digunakan. Biaya ini biasanya dikeluarkan secara rutin atau periodik waktu tertentu dalam jumlah yang relatif sama. contoh pemakaian antara lain

1. pembelian bahan baku produk
2. pembayaran upah gaji karyawan
3. pembelian bahan lainnya
4. pengeluaran aktivitas organisasi dan administrasi lainnya
5. dan lain-lain

c. Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Biaya perawatan adalah biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjaga/menjamin *performance* agar selalu prima dan siap untuk dioperasikan. Contohnya adalah biaya untuk mengganti salah satu alat pendukung sistem apabila terjadi kerusakan. sifat pengeluarannya umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. biaya perawatan (*preventive meintenance*)



2. biaya perawatan *insedentil (kuratif)*

d. **Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)**

Biaya siklus hidup suatu sistem adalah semua biaya yang dikeluarkan oleh suatu sistem, selama kehidupannya. Biaya siklus hidup ditentukan oleh nilai sekarang atau *present value* (PV) dan biaya total sistem *hybrid* yang terdiri dan biaya investasi awal, penggantian komponen, operasional dan pemeliharaan. Biaya siklus hidup (LCC) diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut [27]:

$$LCC = C + M.r + R.r \tag{2.10}$$

Keterangan:

LCC = *Life Cycle Cost* (Rp)

C = Penjumlahan dari biaya investasi awal (Rp)

M.r = Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek (Rp)

R.r = Biaya nilai sekarang untuk biaya penggantian yang harus dikeluarkan selama umur proyek (Rp)

2.6.2 Analisis Kelayakan Finansial

Dalam mengukur kelayakan proyek pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) diperlukan beberapa parameter berikut yaitu *Net Present Value* (NPV), *Payback Periode* (PBP) dan *Internal Rate Of Return* (IRR)

A. *Net Present Value (Npv)*

Net Present Value (NPV) dapat diartikan sebagai nilai sekarang dari arus pendapatan yang di timbulkan oleh investasi. NPV menunjukkan keuntungan yang akan diperoleh selama umur investasi, merupakan jumlah nilai penerimaan arus tunai pada waktu sekarang dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan selama waktu tertentu, rumus yang digunakan dalam perhitungan NPV adalah sebagai berikut :[21].

$$NVP = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)} \tag{2.11}$$

Keterangan:

Bt = Penerimaan yang diperoleh pada tahun ke-t

Ct = Biaya yang dikeluarkan pada tahun ke-t

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



n = Umur ekonomis proyek

Tingkat suku bunga (%)

Tahun investasi

Dalam metode NPV terdapat tiga kriteria kelayakan investasi, yaitu:

- a. $NPV > 0$, artinya secara finansial usaha layak dilaksanakan karena manfaat yang diperoleh lebih besar dari biaya.
- b. $NPV = 0$, artinya secara finansial usaha sulit dilaksanakan karena manfaat yang diperoleh hanya cukup untuk menutupi biaya yang dikeluarkan.
- c. $NPV < 0$, artinya secara finansial usaha tidak layak untuk dilaksanakan karena manfaat yang diperoleh lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan. [27].

B. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR adalah nilai discount rate yang memuat NPV dari suatu proyek sama dengan nol, adalah tingkat rata-rata keuntungan tahunan dinyatakan dalam persen. Pada saat nilai IRR lebih besar dari nilai diskonto yang berlaku, maka proyek layak untuk dilaksanakan. Sebaliknya jika nilai IRR lebih kecil dari nilai diskonto maka proyek tersebut tidak layak untuk dilaksanakan. Rumus yang digunakan dalam menghitung IRR adalah sebagai berikut [25]

$$IRR = i_2 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \quad (2.12)$$

Keterangan:

NPV_1 = NPV yang bernilai positif

NPV_2 = NPV yang bernilai negatif

i_1 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV_1

i_2 = Tingkat bunga yang menghasilkan NPV_2

Angka tersebut menunjukkan tingkat besarnya manfaat pada setiap tambahan biaya sebesar satu satuan uang. Kriteria yang digunakan untuk pemilihan ukuran. *Net B/C ratio* dari manfaat proyek adalah memilih semua proyek yang nilai *B/C ratio* sebesar satu atau lebih, jika manfaat diskon pada tingkat biaya *opportunitis capital* tetapi jika nilai *net B/C ratio* < 1 , maka proyek tersebut tidak layak untuk dilaksanakan [22]



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Payback Period

Payback period merupakan jangka waktu periode yang dibutuhkan untuk membayar kembali semua biaya-biaya yang telah dikeluarkan di dalam investasi suatu proyek. Semakin cepat waktu pengembalian, maka semakin baik proyek tersebut untuk diusahakan. Namun, analisis *payback period* memiliki kelemahan karena mengabaikan nilai uang terhadap waktu (*present value*) dan tidak memperhitungkan periode setelah *payback period*. Secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{I}{Ab} \tag{2.13}$$

Keterangan:

P = Jumlah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal

I = Biaya investasi

Ab = Benefit bersih setiap tahun [27].



BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dikembangkan secara deskriptif kuantitatif dengan mengumpulkan data-data potensi sampah yang dapat dikonversi menjadi energi listrik untuk mencapai tujuan studi kelayakan PLTSa TPA Muara Fajar kota Pekanbaru dalam tahap ini dilakukan analisis aspek teknis dan ekonomi dengan metode *insenseri* atau pembakaran secara langsung. Dalam penelitian untuk aspek teknis akan digunakan *software aspen hysys* untuk mensimulasikan perancangan agar menghindari kerugian yang tidak diinginkan

Setelah pengumpulan data tentang potensi sampah dan analisis aspek teknis, data yang dikumpulkan akan di analisis untuk gambaran potensi listrik yang dihasilkan dari TPA Muara Fajar kota Pekanbaru, setelah itu dilakukan analisis aspek ekonomi untuk mengetahui berapa biaya yang akan dikeluarkan untuk pembangunan PLTSa Muara Fajar kota Pekanbaru. Dan setelah penelitian ini selesai bisa direkom kepada investor-investor untuk memberikan modal untuk pembangunan PLTSa Muara Fajar

3.2 Prosedur Alur Penelitian

Penelitian dilakukan berapa tahap adapun tahap pertama yaitu melakukan studi literatur dengan mengidentifikasi masalah ,tujuan penelitian dan manfaat penelitian, kedua memilih lokasi yang sesuai dengan syarat dan standar untuk bahan baku penelitian, ketiga mengumpulkan data untuk rujukan penelitian keempat mensimulasikan aspek teknis dengan *softwere aspen hysys* dan aspek ekonomi dilakukan dengan perhitungan manual ke lima analisis hasil simulasi aspek teknis dan analisis perhitungan ekonomi keenam analisis kelayakan sistem ke tujuh saran dan kesimpulan

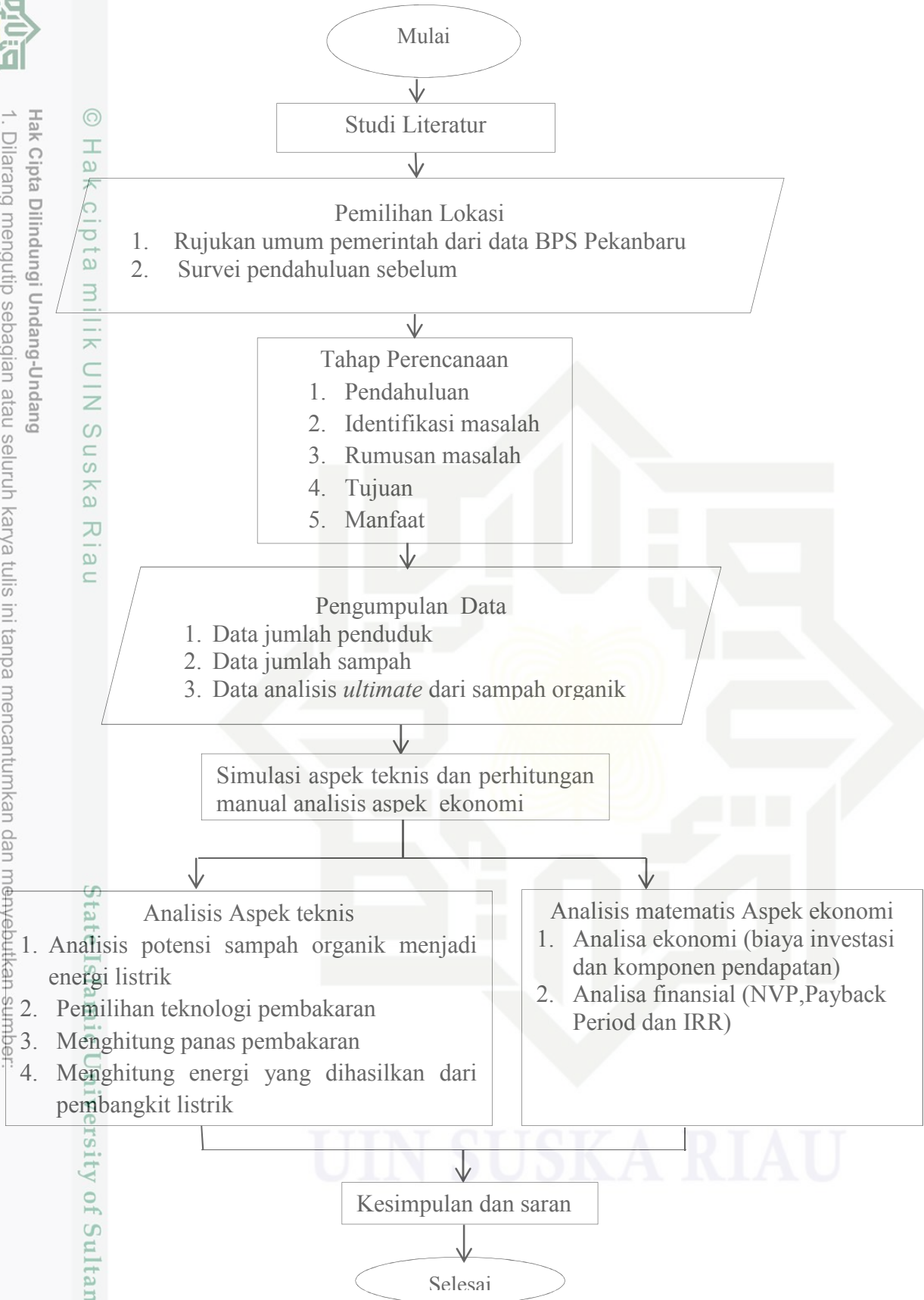
Adapun prosedur alur penelitian bisa dilihat di gambar 3.1

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
 3.1.1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Diagram Tahapan Alur Penelitian



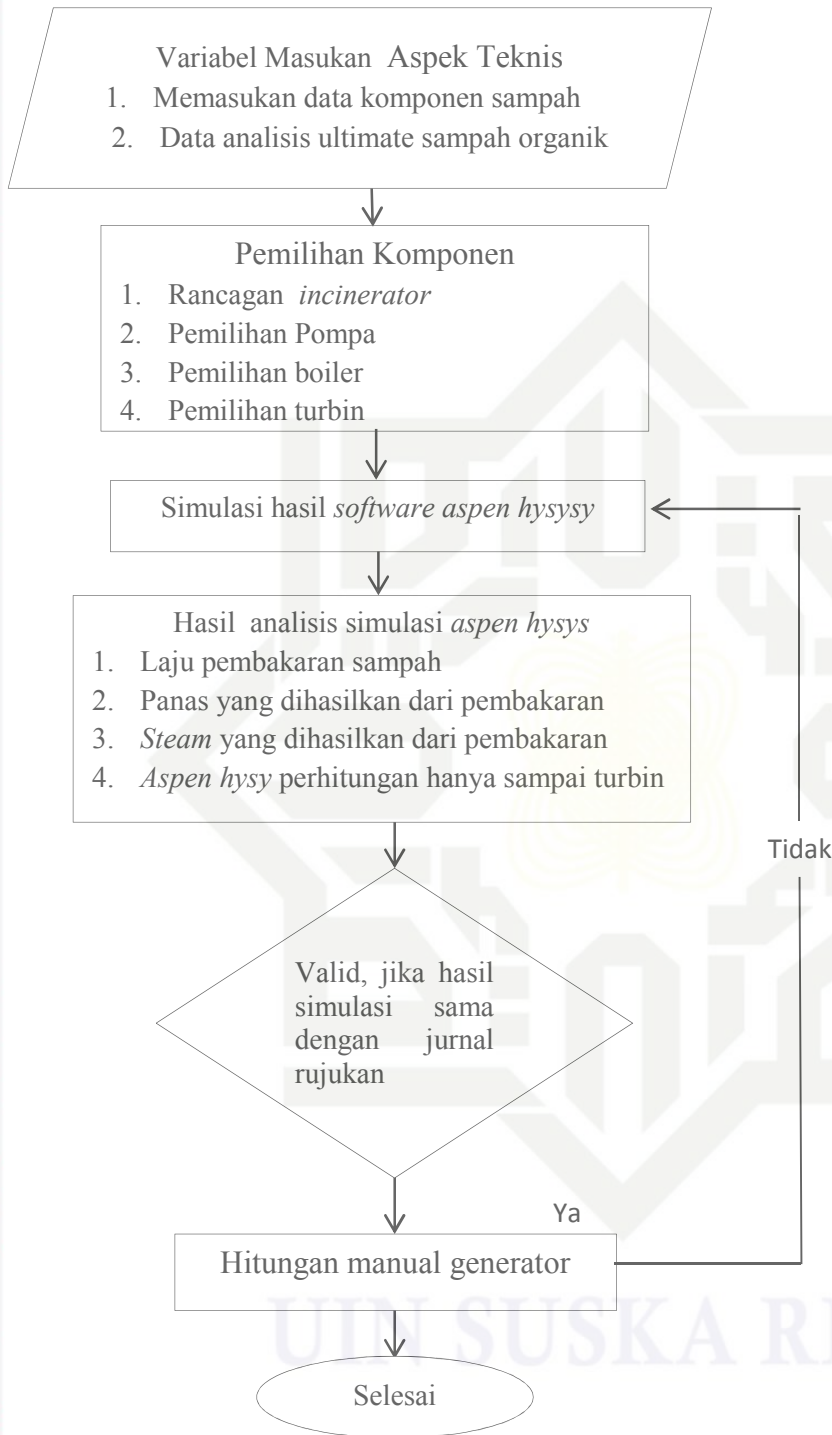
3.2.1 Simulasi *Software Aspen Hysys* Aspek Teknis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Simulsi *Aspen Hysys* Aspek Teknis



3.3

Studi Literatur

Dalam penelitian tentang analisis aspek teknis dan aspek ekonomi pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode *insensersi* harus dilakukan teknik penyusunan yang sistematis untuk memudahkan langkah-langkah yang akan diambil. Didalam penelitian ini, langkah pertama mencari teori-teori yang terkait dalam buku, tugas akhir dan jurnal tentang potensi pembangkit listrik tenaga sampah. Data yang didapat dari studi *literature* ini akan menjadi acuan dalam melanjutkan penelitian ini.

3.4

Pemilihan lokasi

Bersumber dari studi literatur sesuai dengan data tentang permasalahan sampah kota TPA. TPA Muara Fajar adalah tempat pembuangan akhir di kota Pekanbaru yang terletak di Kelurahan Muara Fajar kecamatan rumbai pesisir yang berjarak lebih kurang 18,5 Km dari pusat kota Pekanbaru dan kurang lebih 1,2 Km dari kelurahan Muara Fajar serta sekitar 200-300 meter dari rumah penduduk(RW 11)

3.5 Tahap Perencanaan

1. Pendahuluan

Pendahuluan ini adalah pembahasan pada bab 1 yang mana pada tahap ini diawali dari permasalahan latar belakang suatu penelitian, menentukan rumusan masalah yang digunakan pada penelitian, lalu dilanjutkan tujuan dan manfaat penelitian, hal ini mempermudah peneliti untuk memecahkan masalah pada saat penelitian

2. Identifikasi Masalah

Langkah ini dilakukan untuk menentukan permasalahan yang terjadi di TPA Muara Fajar kota Pekanbaru sehingga peneliti bisa mengetahui permasalahan yang terjadi di TPA Muara Fajar yaitu sampah yang masuk 1 hari 332,54 ton sedangkan sampah yang diolah hanya sekitar 1,8 ton sampah organik dan penyempitan lahan untuk penampungan pun mulai berkurang sehingga prediksi pengelolaan dinas kota pekanbaru TPA Muara Fajar berusia 3 tahun

3. Studi Lapangan

Langkah ini dilakukan dengan cara mengamati objek penelitian pada lokasi penelitian yaitu TPA Muara Fajar kota Pekanbaru dengan cara mengumpulkan data-data potensi sampah

Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



4. Studi Pustaka

Studi penelitian ini berisikan penelitian-penelitian terkait sebelumnya yang telah pernah dilakukan, untuk mendapatkan referensi serta berisikan landasan teori dan metode untuk menyelesaikan penelitian ini. Studi pustaka yang diambil ialah penelitian yang berkaitan tentang PLTSA

3.6 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan yaitu mengumpulkan data-data yang mendukung sebagai tempat penyediaan bahan baku sampah organik untuk pembangkit listrik tenaga sampah

Adapun data yang dibutuhkan:

1. Data jumlah penduduk menurut data dari BPS data jumlah penduduk dikota Pekanbaru 897.680 jiwa pada tahun 2010 dan meningkat menjadi 1.046,566 jiwa pada tahun 2016. Dan di prediksi pada tahun 2020 sebesar 42% bertambah menjadi 1.334.980 jiwa
2. Data jumlah sampah menurut data dari PBS bahwa 0,3 kg/orang/harinya sehingga perharinya menghasilkan sampah 332,54 ton/hari Dengan perbandingan 56% sampah organik dan 44% sampah anorganik
3. Data analisis ultimate dari sampah organik data ini diambil dari hitungan matematis analisis ultimate

Data diatas sebagai pendukung Pembangkit Listrik Tenaga Sampah yang diharapkan bisa menjadi potensi energi berkelanjutan sebagai penghasil energi listrik untuk kota pekanbaru

3.7 Aspek Teknis Dan Simulasi

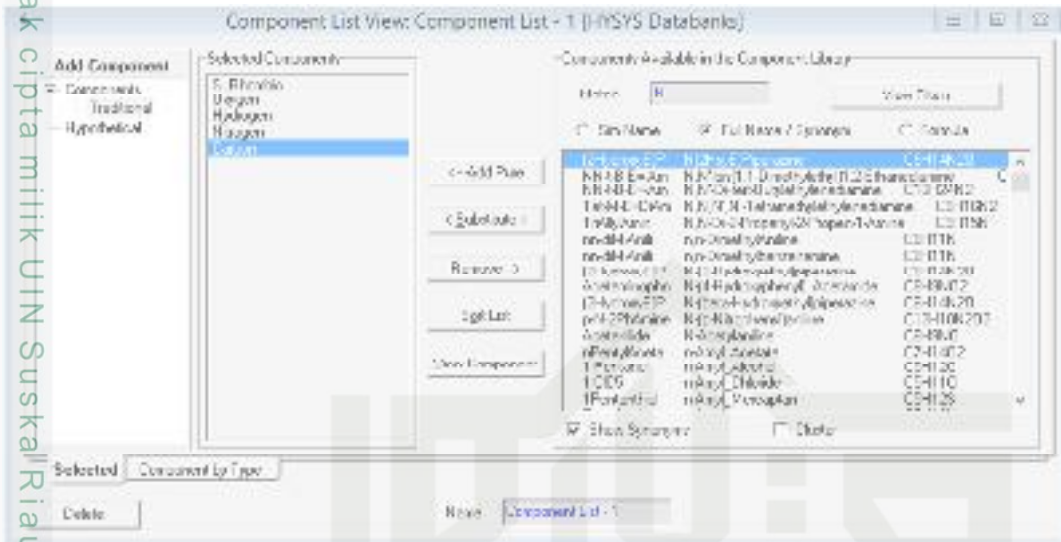
Adapun dalam aspek teknis dan simulasi ini menggunakan simulasi dengan software aspen hysys adapun alur simulasi bisa dilihat seperti gambar berikut:

3.7.1 Variabel Memasukan Aspek Teknis

Pada perancangan simulasi *software aspen hysys* dimulai dari aliran masuk materi yang dibutuhkan. Peneliti hanya memasukan komposisi dari sampah organik seperti karbon, hydrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen untuk menentukan aliran masuk dan menentukan dua variabel kondisi komponen dan solver akan menghitung variabel lainnya. Dan sebelum tahap simulasi maka dilakukan pemilihan model termokimia yang dipakai



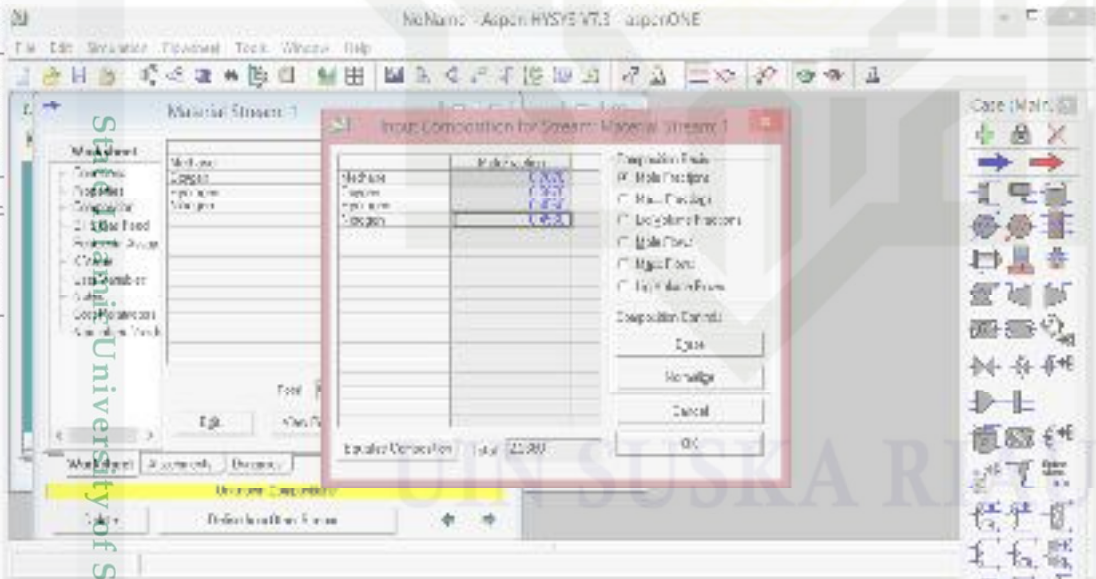
untuk penelitian ini yaitu peng robinson dan data komponen akan dimasukan di rangkaian setelah *enter simulation enviornment*



Gambar 3.3 Pemilihan Data Komponen Sampah [24].

3.7.2 Data analisis ultimate sampah organik

Untuk menjalankan simulasi software aspen hysys dalam hal pembakaran maka data yang di butuhkan adalah data ultimate sampah organik adapun gambar untuk memasukan data analisis sampah ultimate



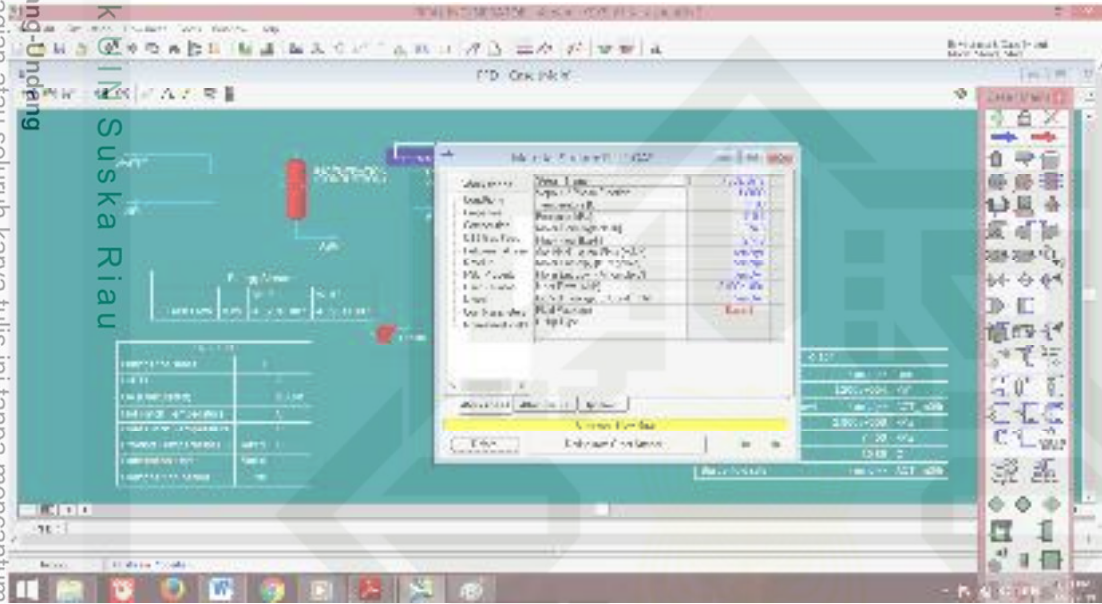
Gambar 3.4 Memasukan Data Ultimate Sampah Organik [26].

Hal-Cipta Diindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengummukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



3.7.3 Pemilihan Komponen

Ini adalah tahap untuk pemilihan komponen-komponen yang akan dilakukan perancangan dalam *software aspen hysys* cara untuk bisa memproduksi panas dan listrik yang dihasilkan dari pembakaran sampah. langkah pertama buka *software aspen hysys* dan pilih *file* lalu *new* dan pilih *case* lalu *dicomponent* tekan *add* lalu masukan rancangan mesin *incenerator* seperti mesin pembakaran (*insenerasi*), *turbin*, *generator*, *tank ash*

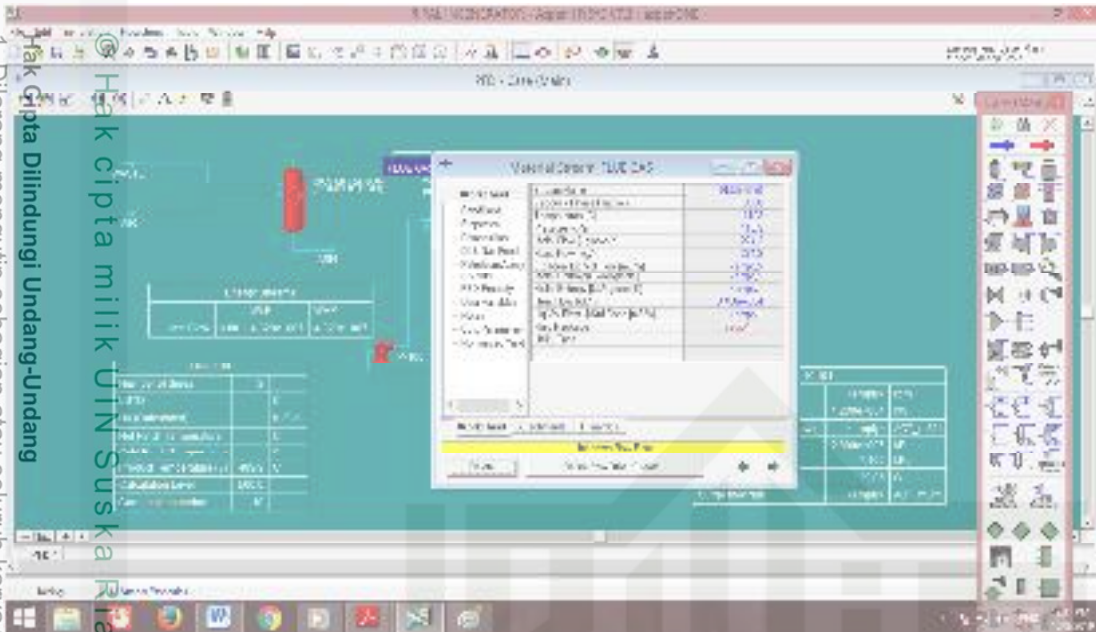


Gambar 3.5 Pemilihan Komponen Mesin *Incenerator* [26].

3.7.4 Hasil Simulasi Rancangan *Software Aspen Hysys*

Penelitian simulasi ini dilakukan bertahap, proses perancangan pertama berapa kapasitas pembakaran sampah dari mesin *insenerasi*, panas yang dihasilkan digunakan untuk mejadikan steem uap *boiler* dan dialirkan ke turbin yang sudah disesuaikan untuk menggerakan generator maka proses ini dilakukan dengan *software aspen hysys*. Dalam *software aspen hysys* dalam perhitungan aspek teknis lebih mendukung.

UIN SUSKA RIAU



Gambar 3.6 Hasil Simulasi Rancangan Incenerator [26].

3.8. Validasi Simulasi Aspen Hysys 7.3

Hasil simulasi dikatakan valid jika hasil data sama dengan jurnal rujukan

3.8.1 Analisis Aspek Teknis

Analisis aspek teknis diambil dari hasil simulasi *Aspen Hysys* perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini dianalisis dari sampah yang dimasukan adapun yang dianalisis dari hasil simulasi sebagai berikut :

1. Analisis potensi sampah organik menjadi energi listrik
2. Pemilihan teknologi pembakaran
3. Menghitung panas pembakaran
4. Menghitung energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik

3.9 Analisis Matematis Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi atau finansial pembangkit listrik tenaga sampah menggunakan berapa kriteria untuk menyatakan layak atau tidak dari suatu pembangkit untuk hasil produksi. Kriteria tersebut adalah *life cycle cost analysis (LCCA) Net Present Value (NPV)*, dan *Pay Back Period (PBP)* dan untuk perhitungan komponen menggunakan modal investasi, modal investasi, modal bangunan, instalasi, perluasan lahan dan instrument kontrol

A. Perhitungan Biaya Komponen PLTSA

- a. modal investasi



modal investasi adalah modal keseluruhan pembagunan PLTSA. Modal investasi ini terbagi dua modal investasi tetap dan tidak tetap (langsung dan tidak langsung) adapun modal investasi tetap meliputi :

1. modal bangunan

Yaitu modal yang dikeluarkan dari proses pembebasan tanah dan rancang bangunan gedung yang relative dan efisien yang memiliki kualitas dari pembagunan dan hemat biaya ini akan menjadi daya tarik untuk investasi

2. Instrumentasi dan alat kontrol

Instrumentasi adalah suatu sistem susunan peralatan alat yang digunakan untuk pembagunan PLTSA dan alat control adalah alat yang digunakan untuk *metenene* peralatan instrumentasi

3. Perluasan lahan

Item biaya ini mengacu pada biaya penggalian, situs grading, jalan, pagar, fire hydrant, ruang parkir, dan lain-lain. Untuk analisis ekonomi awal, biaya ini diperkirakan dengan mengalikan *purchase cost* dengan faktor yang sesuai. Biaya Investasi Lahan, Biaya investasi untuk lahan diperuntukkan bagi kegiatan penyiapan lahan tempat produksi gasoline dan penampungan bahan baku sampah plastik. Besarnya biaya investasi untuk penggunaan lahan, ditentukan III-9 dari luas area yang diperlukan untuk tempat penampungan bahan baku dan harga lahan berdasarkan harga yang berlaku di daerah tersebut.

4. Instalasi

Yaitu penghubung pipa perangkat untuk mengaktifkan alat-alat PLTSA, serta koneksi ke utilitas utama dan ventilasi serta penghubung kekatup. Intalasi penghubung biaya diangkarkan dari modal tetap Harga penjualan akan dilakukan penjualan ke tranmisi terdekat on grid k PLN harga penjualan sesuai dengan harga yang di tetapkan dari PLN

B. Analisis Finansial

a. LCCA Analisa biaya menggunakan metode *life cycle cost analysis* (LCCA) terdiri dari biaya investasi awal pembangkitan, biaya operasional pemeliharaan (O&M) selama umur proyek yaitu 25 tahun. Pada bagian ini menggambarkan metodologi untuk mengestimasi biaya-biaya yang mungkin timbul dari penggunaan PLTSA



Pendekatan menggunakan metode LCCA ini akan memberikan estimasi biaya yang dibutuhkan untuk membangun, memiliki, dan mengoperasikan sistem selama periode usia proyek

b. *Net Present Value* (NPV) menghitung nilai NPV digunakan dalam persamaan 2.2.7.1

c. *Payback period* (PBP) menghitung nilai PBP digunakan dalam persamaan 2.2.7.3

d. *Internal Rate of Return* (IRR) menghitung nilai IRR dalam persamaan 2.2.7.2.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan mengambil studi kasus analisis aspek teknis dan ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) terdapat beberapa kesimpulan

1. Bahwa potensi sampah organik untuk menjadi listrik sangat berpotensi bahwa hasil simulasi dari 192 ton sampah organik mampu menghasilkan energi listrik 9,5 MW
2. Aspek teknis pembangkit listrik tenaga sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru proses awal pembaruan sampah secara langsung di mesin *incenerator* dengan laju panas pembakaran 386.000.000 kJ/h dengan laju aliran masa uap pada boiler 1.304.000.000 kJ/h dan daya yang dihasilkan turbin 1125 kW dengan efisiensi 88% dan daya output generator 798,75 kW /jam dengan 9,5 MW/perhari dengan efisiensi generator 71%
3. Berdasarkan hasil analisis ekonomi finansial di peroleh biaya investasi PLTSa Rp 5,786,189,039,00- dengan rincian biaya harga incinerator Rp 1.740.395.808.00- dan biaya pemeliharaan pertahun Rp 527.375.562,12 dengan umur proyek 20 tahun adapun analisis kelayakan *Cash Flow Cost* (CFC) selama umur proyek Rp 9.066.522.675,00 dan nilai bersih transaksi masa depan yang mencerminkan nilai mata sekarang. Maka dapat ditotalkan nilai *net present value* selama 20 tahun umur proyek ialah sebesar Rp 10.266.481.535 maka dari ketentuan yang ada apabila $NPV > 0$, berarti proyek layak untuk dilaksanakan. Dan untuk pengembalian modal selama proyek $Payback\ period = 3,7\ Tahun < 20\ Tahun$ (layak) selajutnya adalah menghitung investasi dengan menghitung tingkat bunga atau *Internal Rate of Return* (IRR) Dengan suku bunga terendah dan suku bunga tertinggi pada tahun 2020 secara berturut ialah 5% (NPV1) dan 12,5% (NPV2) Dengan didapatkan IRR sebesar 28,5% dinilai dari standar kelayakan menggunakan IRR, apabila IRR lebih besar dari pada suku bunga bank (12,5%) dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan sampah organik sebagai pembangkit listrik tenaga sampah dengan metode incenerator ini dikatakan layak



5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut

1. Untuk penelitian selanjutnya di sarankan untuk membahas dampak lingkungan dan sosial masyarakat
2. Pada penelitian selanjutnya harus membahas masalah penyambungan kepada PLN dengan menggunakan *Software Etab* agar penyambungan praktis dan mendapatkan hasil yang maksimal
3. Sebaiknya pemerintah kota Pekanbaru maupun lembaga terkait mengoptimalkan pengelolaan sampah untuk pembangkit listrik untuk meningkatkan kualitas listrik dan pendapatan serta lingkungan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatimah, Uun.2016. *Analisa Teknik Dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Tersambung Dengan Jaringan Pln Pda Perumahan Kelas Menengah Kota Pekanbaru*. Tugas Akhir Teknik Elektro.Uin Sultan Syarif Kasim Riau
- [2] Fadli, Muhammad.2017.*Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) On-Grid System Dari Sampah Organik Di Kota Pekanbaru. Tugas Akhir UIN SUSKA*. Pekanbaru.
- [3] Melawati.2018.*Pln Riau Tingkatkan Jumlah Desa Berlistrik*. Jakarta.Indepedensi.Com
- [4] Bobby, Muhammad. *Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2015-2024 Wilayah Pln Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan*.Tugas Akhir Teknik Elektro.Universitas Riau
- [5] Ardiansyah.dkk. 2015.*Studi Perkiraan Beban Listrik Pada Wilayah Pln Kota Pekanbaru Dengan Metode Mikro Spasial*.Tugas Akhir Teknik Elektro.Universitas Riau
- [6] Badan Pusat Statistik.2016.Kota Pekanbaru (diakses 30 November 2017). [7] Syamsuadi, Amir.2017.*Rancangan Upaya Pengendalian Samapah Di Wilayah Perkotaan (Studi Analisa Dikota Pekanbaru)*.Pekanbaru.Journal. JDP-Ilmu Pemerintahan Universitas Abdurab
- [8] Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru, 2017. Data Hasil Wawancara Tahun 2016.
- [9] Oktovero.2017. *Pemodelan Proses Etanol*.Tugas Akhir Teknik Elektro.Uin Sultan Syarif Kasim Riau
- [10] Gustiawan, Yudi.2019.*Analisis Teknis Dan Ekonomi Konversi Energi Produksi Gasoline Dengan Memanfaatkan Sampah Plastik Dikota Pekanbaru*. Tugas Akhir Teknik Elektro.Uin Sultan Syarif Kasim Riau
- [11] Purta, Yoga. 2019. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) On Grid System Dari Sampah Oganik kot Pekanbaru*. Tugas Akhir Teknik Elektro.Uin Sultan Syarif Kasim Riau
- [12]. Saputra, Gilang.2018. *perancangan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) kota Pekanbru*. Tugas Akhir Teknik Elektro.Uin Sultan Syarif Kasim Riau
- [13] Turunawarasu, Dhanaraj.dkk.2013. *Thermo-Economic Analysis Of A Novel Conceptual Process Model For Sustainable Power Plants Using Empty Fruit Bunches*.Kuala Lumpur.International Journal of Chemical And Environmental Engineering

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

Stfe Islamic University of Sultan Sarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- [14] Prasetyadi.Dkk.2018. *Teknologi Penanganan Emisi Gas Dari Insinerator Sampah Kota*. Jakarta.JRL VOL 11.No 2. P-ISSN :2085.3868
- [15] Samsinar, Riza. 2015. *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 115 Kw (Studi Kasus Kota Tegal)*.Jakarta. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jurnal Elektum Vol. 15 No. 2. ISSN : 1979-5564
- [16] Azwind, Chaidir. Dkk.2017. *Simulasi Profil Gas Dan Potensi Energi Dari Pembakaran Sampah Padat Kota Pada Model Bed Dari Insinerator Moving Grate*.Universitas Telkom Bandung. E-Proceeding Of Engineering : Vol.4, No.1 April 2017 Page 713. ISSN : 2355-9365
- [17] Turunawarasu, Dhanaraj.dkk.2013. *Thermo-Economic Analysis Of A Novel Conceptual Process Model For Sustainable Power Plants Using Empty Fruit Bunches*.Kuala Lumpur.International Journal of Chemical and Environmental Engineering
- [18]. Azarini, Bionita.2017. *Studi Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik Dengan Metode Insinerasi Di Tpa Putri Cempo*.Tugas Akhir D III Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- [19] Aohan, Wang.Dkk.2018. *Discussion On Waste Incineration Power Generation And Its Process Calculation*.China. IOP Conf. Series: Materials Science And Engineering (2019) 072047. doi:10.1088/1757-899X/490/7/07204
- [20] Modul 09, *Teknologi Termal WtE Berbasis Proses Pembakaran (Insinerasi, Banding*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah 2018
- [21] Aprizal, Abdi.dkk.2018. *Pemilihan Teknologi Waste To Energy Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Studi Kasus: Tpa Mojorejo Kabupaten Sukoharjo Jawa Tengah)*.Yogyakarta.Tugas Akhir Teknik Elektro.Universitas Nahdhatul Ulama
- [22] Sari, Siti. Dkk. *Studi Timbulan, Komposisi Dan Karakteristik Fisika Dan Kimia (Proximate Analisis)Sampah Non Domestik Di Keceamatan Tampan Kota Pekanbaru*. Tugas Akhir Studi Teknik Lingkungan Universitas Riau
- [23] Ibnu, uray. 2016. *Studi Potensi Limbah Kota Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Kota Singkawang*.Tugas Akhir Teknik Elektro.Universitas Tanjungpura Pontianak
- [24] Sistem informasi pengelola sampah nasional sampah plastik 2017 – 2018
<http://sipsn.menlhk.go.id/> [diakses 7 maret 2019]
 Giatman, *Ekonomi Teknik*, 1st ed. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada, 2006

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



- [25] Marlina, rina. 2018. *Pengelolaan Sampah Open Dumping, Sanitary Landfill, Incenerator Untuk Kota Bandung, Kabupaten Bandung Dan Bandung Barat*. Batam. Konferensi Nasional Teknik Sipil 12. ISBN: 978-602-60286-1-7
- [26] Rahma, Widya. 2015. *Pengaruh Pressure Drop terhadap Efektivitas Heat Exchanger Dengan Menggunakan Simulator Aspen Hysys V. 7.3*. Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. ISSN 1693-4393
- [27] Giatman, *Ekonomi Teknik*, 1st ed. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada, 2006
- [28] Amirzal, aziz 2017. *Analisa eksergi PLTU berbahan bakar sampah padat kota kapasitas 600 ton per hari*. Tangerang Selatan. Balai besar teknologi konservasi energi
- [29] Muharrir, ibnu hajar. 2019. *Analisis Pengaruh Beban Terhadap Efisiensi Generator Unit 2 PLTP PT. Indonesia Power UPJP Kamojang*. Sekolah Teknik PLN E ISSN 2655-4925
- [30] Samsinar, Riza. 2015. *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 115 kW (Studi Kasus Kota Tegal)*. Teknik Elektro universitas muhammadiyah Jakarta. e- ISSN : 2550-0678
- [31] *Kementrian Energi Sumber Daya Mineral Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan Dan Konservasi Energi*. 2018 jakarta



UIN SUSKA RIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Ripal novendra, lahir di kabupaten solok tepatnya di jorong cubadak kenagarian aie dingin pada tanggal 12 mei tahun 1995 lahir dari pasangan bapak Syahril dan ibuk Nade, penulis menempuh jenjang pendidikan SD 29 air dingin dan lulus pada tahun 2008 lalu melanjutkan SMP 3 N lembah Gumanti dan lulus pada tahun 2011 lalu dilanjutkan ke jenjang SMA 1 N Lembah Gumanti dan lulus pada tahun 2014 setelah itu penulis mencoba mencari pengalaman 1 tahun dengan membantu pekerjaan orang tua petani dan jualan sayur dan pada tahun 2015 penulis masuk perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan jurusan Teknik Elektro dengan asam manisnya kehidupan dari tempat yang berpindah-pindah dari masjid satu kemesjid lain yang mengajarkan kemandirian hidup alhamdulillah pada tahun 2021 dinyatakan lulus

Dan penulis tidak henti-hentinya mengucapkan rasa syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT yang telah memberi kesempatan penulis untuk menempuh jenjang pendidikan dengan kemaauan dan kerja keras mudah-mudahan ilmu yang telah dapat Allah berkahi sehingga bisa bermanfaat untuk orang banyak

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.