ANALISIS POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASS (PLTBM) DI KABUPATEN AGAM

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 :

AFDANIEL HAKIM

11750514908

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2022

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASS (PLTBM) DI KABUPATEN AGAM

TUGAS AKHIR

Oleh:

AFDANIEL HAKIM
11750514908

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro di Pekanbaru, pada tanggal 27 Juni 2022

Ketua Program Studi	Pembimbing
Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T	**Marhama Jelita S.Pd, M.Sc**
NIP.19721021 200604 2 001	**NIK. 130517054**

UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

Hak cipta milik 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.

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASS (PLTBM) DI KABUPATEN AGAM

TUGAS AKHIR

Oleh:

AFDANIEL HAKIM
11750514908

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru tanggal 27 Juni 2022

Pekanbaru, 27 Juni 2022

Mengesahkan,

Dekan	Ketua Program Studi
Dr. Hartono, M. Pd	**Dr. Zulfatri Aini, S.T,. M.T**
NIP. 19640301 199203 1 003	**NIP. 19721021 200603 2 001**

Dewan Penguji:

Ketua : Sutoyo, S.T,.M.T

Sekretaris : Marhama Jelita, S.Pd.,M.Sc

Anggota II : Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T

Anggota III : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc.,M.Sc

Digitally signed by Nanda PutriMiefthawatiDate:2022.07.15

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.

Lampiran Surat :
Nomor : Nomor 25/2021
Tanggal : 10 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Afdaniel Hakim
NIM : 11750519908
Tempat/Tgl. Lahir : Bukittinggi / 05 Mei 1999
Fakultas/~~Pascasarjana~~ : Saintek
Prodi : Teknik Elektro
Judul ~~Disertasi/Thesis~~/Skripsi/~~Karya Ilmiah lainnya~~*:
Analisa Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Biomass (PLTBM) di Kabupaten Agam

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulisan ~~Disertasi/Thesis~~/Skripsi/~~Karya Ilmiah lainnya~~* dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu ~~Disertasi/Thesis~~/Skripsi/~~Karya Ilmiah lainnya~~* saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penulisan ~~Disertasi/Thesis~~/Skripsi/~~(Karya Ilmiah lainnya)~~* saya tersebut, maka saya besedia menerima sanksi sesua peraturan perundang-undangan.

Demikianlah Surat Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 21 Juli 2022
Yang membuat pernyataan

NIM : 11750519908

*pilih salah satu sasuai jenis karya tulis

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan 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 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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik 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 juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 27 Juni 2022

Yang membuat pernyataan

Afdaniel Hakim

NIM. 11750514908

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'alamin…

Sujud syukur kusembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan, dan membekali ku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pulalah akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi

Ayahanda tercinta,

Terimakasih atas limpahan kasih sayang, atas bimbingan, atas semua yang akan selalu ku ingat dan selalu kurindukan..

Ibunda Tercinta,

Terimakasih atas segala perjuangan tak kenal lelahmu,

Terimakasih untuk selalu mendoakanku,

Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang kau berikan padaku

Terimakasih untuk semua pengorbananmu

Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu

Tetaplah do'akan aku ibu, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu di masa tuamu

***Kepada Kakak dan adikku**,*

Karya sederhana ini sebagai bukti aku serius akan keinginanku untuk melanjutkan pendidikanku, aku berhasil sampai di titik ini tidak lepas dari campur tangan kalian,Keraguan, rasa khawatir kalian selama ini terjawab sudah. Aku berhasil menyelesaikan pendidikan ku, dan tidak berhenti ditengah jalan seperti yang kalian takutkan.

Terimakasih untuk kepercayaan, segala dukungan dan do'a Dan khususnya terimakasih banyak buat kakak dan adik yang banyak membantu ibu meringankan beban ibu Maaf

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

saudara kalian ini masih banyak menyusahkan dan membebani kalian

Kepada Sahabatku….

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain.

Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah bersama sahabat-sahabat terbaikku.

Terimakasih banyak kuucapkan kepada sahabat yang selalu ada, teman yang banyak membantu, dan kawan-kawan seperjuangan TE'17

Tetap Semangat untuk kita semua!

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menggutip 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
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

ANALISIS POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASS (PLTBM) DI KABUPATEN AGAM

AFDANIEL HAKIM
NIM : 11750514908

Tanggal Sidang : 27 Juni 2022

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Panam, Pekanbaru

ABSTRAK

Kabupaten Agam Sumatera Barat merupakan kabupaten dengan penghasil Tanaman Padi dengan nilai perkembangan relatif 6,62 % pada periode tahun 2019-2020. Pada tahun 2019 produksi Gabah Kering Giling (GKG) Kabupaten Agam 160.888,26 ton dan pada tahun 2020 sebesar 171.536,76 ton. Dari total produksi GKG tersebut muncul permasalahan dimana banyaknya dihasilkan limbah padi berupa jerami dan sekam padi yang jika tidak dimanfaatkan secara baik akan berpengaruh kepada lingkungan. Maka pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi dari limbah sekam padi menjadi listrik dengan menggunakan metode gasifikasi berbasis simulasi menggunakan *software aspen hysys*. Adapun hasil dari simulasi didapatkan berturut-turut pada tahun 2016-2020 adalah dari total limbah sekam padi 74.482, 81.115, 35.711, 32.117, 34.314 ton. Didapatkan daya listrik berturut-turut sebesar 8101, 8497, 5090, 4771, 4967 kW, dengan potensi syngas dari gasifikasi berturut-turut sebesar 64.358, 70.089, 30.857, 27.751, 29.650 ton dan nilai kalor sebesar 117.078, 127.508, 15.897, 56.135, 56.857 mJ. Penyebab dari turunnya potensi tersebut karna diturunkannya total produksi padi pada provinsi Sumatera Barat. Tetapi dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa limbah sekam padi berpotensi menghasilkan energi listrik.

Kata kunci : Gasifikasi, *Aspen Hysy, Brayton Cycle*.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

POTENTIAL ANALYSIS OF RICE HUSK AS FUEL FOR BIOMASS POWER PLANT (PLTBm) IN AGAM DISTRICT

AFDANIEL HAKIM
NIM: 11750514908

Date of session: *27 June 2022*

Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRACT

Agam Regency, West Sumatra, was a rice-producing district with a relative development value of 6.62% in 2019-2020. In 2019 the production of milled dry rice (GKG) in Agam Regency was 160,888.26 tons; in 2020 it was 171,536.76 tons. From the total production of GKG, a problem arises where a lot of rice waste is produced in the form of straw and rice husks which if not used properly will affect the environment. So this study aims to analyze the potential of rice husk waste into electricity by using a simulation-based gasification method using Aspen Hysys software. The simulation results obtained successively in 2016-2020 are from the total rice husk waste of 74,482, 81,115, 35,711, 32,117, and 34,314 tons. The electrical power obtained is 8101, 8497, 5090, 4771, 4967 kW, with syngas potential from gasification of 64,358, 70,089, 30,857, 27,751, 29,650 tons and calorific value of 117,078, 127,508, 15,897, 56,135, 56,857 mJ. The cause of the decline in potential is the decrease in total rice production in the province of West Sumatra. But from the results obtained, it can be concluded that rice husk waste has the potential to produce electrical energy.

Keywords: Rice Husk, Gasification Method, Aspen Hysy Simulation, Brayton Cycle.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Salawat beserta salam semoga senantiasa dihadiahkan kepada junjungan alam, pembawa cahaya bagi kehidupan manusia yakni nabi Muhammad SAW, sebagai seorang sosok pemimpin umat yang patut diteladani bagi seluruh umat yang ada didunia hingga akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Atas berkat rahmat dan ridho Allah SWT penulis dapat Menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "**Analisa Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Biomass (PLTBm) di Kabupaten Agam**". Sudah menjadi ketentuan bagi setiap mahasiswa yang ingin menyelesaikan studinya pada program Sarjana S1 di UIN SUSKA Riau harus membuat karya ilmiah berupa Tugas Akhir. Pada proses pembuatan Tugas Akhir banyak penulis dapatkan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikannya, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik itu berupa bantuan moral, materi, atau berupa pikiran yang tidak akan pernah terlupakan. antara lain kepada:

1. Ayahanda Bujang dan Ibunda Zulfa Melita tercinta yang telah memberikan semangat, dukungan moril, maupun materil dan doa kepada penulis.
2. Diri saya sendiri yang telah mau selalu berjuang dan tidak menyerah dengan segala kendala ada.
3. Bapak Prof. Dr. Hairunnas, M.Ag selaku Rektor UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
4. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau beserta kepada seluruh Pembantu Dekan, Staf dan jajarannya.

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 milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

5. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T, M.T selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau yang telah membuat proses administrasi pada Jurusan Teknik Elektro menjadi lebih baik dan efektif.
6. Bapak Sutoyo, S.T, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Bapak Ahmad Faizal, S.T, M.T selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Ibu Marhama Jelita S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan banyak waktu serta pemikirannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Pada penyelesaiannya, melalui beliau penulis mendapatkan pengetahuan yang sangat berharga, dengan keikhlasan dan kesabaran dalam memberikan penjelasan dari nol hingga penulis menjadi paham sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
9. Bapak Sutoyo, S.T,M.T selaku ketua sidang Tugas Akhir yang telah bersedia untuk meluangkan waktunya dan memberikan pebelajaran yang bermanfaat bagi penulis.
10. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T, M.T selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran kepada penulis yang sangat membangun terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
11. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc, M.Sc selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran kepada penulis yang sangat membangun terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
12. Seluruh Staff Dosen dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
13. Saudara kandung penulis kakak Desnita Zelfani, S.Pd dan adik Husna Nabila yang menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang telah banyak membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Teman-teman kelas D yang telah memberikan motivasi, membantu dan mengajarkan ilmu yang sangat membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Teman seperjuangan calon S.T ENERGI'17 yang telah memberikan dorongan, membantu, menemani dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
16. Serta seluruh pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Atas jasa-jasa yang telah diberikan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini mampu diselesaikan sesuai prosedur yang berlaku di Jurusan Teknik Elektro. Tanpa bantuan dan dorongan yang diberikan, penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah meluangkan waktunya, hanya Allah SWT yang mampu membalas niat baik dan keikhlasan dengan sempurna. Semoga dengan keikhlasanmendapat balasan dariAllah SWT. Penulis mengharapkan dengan adanya Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Pada penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT dan kekurangan datang dari penulis. Dalam hal ini penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu, pengalaman dan pengetahuan penulis dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini, maka dari itu untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini penulis mengharapkan kritikan dan saran kepada semua pihak yang sifatnya membangun.

Pekanbaru, 27 Juni 2022

AFDANIEL HAKIM

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **ii**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **iii**
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL ..... **iv**
LEMBAR PERNYATAAN ..... **v**
LEMBAR PERSEMBAHAN ..... **vi**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
KATA PENGANTAR ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
DAFTAR TABEL ..... **xvii**
DAFTAR RUMUS ..... **xviii**
BAB I PENDAHULUAN **I-1**
1.1 Latar Belakang I-1
1.2 Rumusan Masalah I-5
1.3 Tujuan Penelitian I-5
1.4 Manfaat Penelitian I-6
1.5 Batasan Masalah I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **II-7**
2.1 Penelitian Terkait II-7
2.2 Landasan Teori II-3
2.2.1 Profil Kabupaten Agam II-3
2.2.2 Biomassa II-4
2.2.3 Biomassa Sekam Padi II-5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) II-6
2.4 Gasifikasi II-6
2.5 Gasifier II-8
2.6 Skema Sistem Gasifiasi II-12
2.7 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi II-13
2.7.1 Total Potensi Sekam II-13
2.7.2 Fuel Consumption Rate (FCR) II-13
2.7.3 Massa Jenis Campuran Kimia II-14

2.7.4 Massa Gas Hasil Gasifikasi II-14
2.7.5 Kalor Sekam Padi II-14
2.8 Perhitungan Potensi Listrik PLTBm II-15
2.8.1 Hukum Ke-0 (Nol) Termodinamika II-15
2.8.2 Hukum Ke-1 Termodinamika II-15
2.8.3 Hukum Ke-2 Termodinamika II-16
2.8.4 Hukum ke-3 Termodinamika II-17
2.9 Proses dalam Termodinamika II-17
2.10 Siklus Brayton II-20
2.11 Software Aspen HYSYS V8.6 ..... II-25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN III-1
3.1 Lokasi Penelitian III-1
3.2 Alur Penelitian III-1
3.3 Tahap Perencanaan III-3
3.3.1 Identifikasi Masalah III-3
3.3.2 Penentuan Judul III-3
3.3.3 Rumusan Penelitian III-3
3.3.4 Tujuan Penelitian III-3
3.3.5 Manfaat Penelitian III-3
3.4 Studi Literatur III-4
3.5 Pengumpulan Data III-4
3.5.1 Data Total Produksi Padi 2019-2020 ..... III-4
3.5.2 Analisa Proximate dan Ultimate sekam padi perkilonya III-5
3.5.3 Nilai Kalor Sekam Padi III-5
3.6 Perhitungan Potensi III-6
3.6.1 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi III-6
3.6.2 Perhitungan Potensi Energi Listrik Sekam Padi III-7
3.7 Analisis Potensi III-8
3.7.1 Analisis Potensi Sekam Padi III-8
3.7.2 Analisis Potensi Energi Listrik III-9
BAB IV HASIL DAN ANALISIS IV-1
4.1 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi IV-1
4.2 Potensi Limbah Sekam Padi IV-1
4.2.1 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi IV-2
4.3 Perhitungan Potensi Energi Listrik Sekam Padi IV-3
4.3.1 Validation of Model IV-3
4.3.2 Tahapan Simulasi IV-4
4.3.3 Simulasi IV-5
4.3.4 Mengimput Data dan Komponen IV-7

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

4.3.5 Hasil Simulasi IV-8
4.4 Analisa Potensi IV-10
4.4.1 Analisa Potensi Limbah Sekam Padi IV-10
4.4.2 Analisa Potensi Energi Sekam Padi IV-12
4.4.3 Analisa Potensi Energi Listrik Sekam Padi IV-13
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN V-1
5.1 Kesimpulan V-1
5.2 Saran V-1
DAFTAR PUSTAKA

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 2.1 Geografis Kabupaten Agam
Gambar 2. 1 Geografis Kabupaten Agam [19] II-4
Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Gasifier[25] II-9
Gambar 2. 3 Updraft Gasifier [27] II-10
Gambar 2. 4 Downdraft Gasifier [27]. II-11
Gambar 2. 5 Crossdraft Gasifier [27] II-11
Gambar 2. 6 Skema sistem gasifikasi downdraft [25]. II-12
Gambar 2. 7 Syarat panas dan kerja pada sistem [16]. II-16
Gambar 2. 8 Perpindahan Kalor Claussius [32]. II-17
Gambar 2. 9 Perpindahan Kalor Kevin Planck [32]. II-17
Gambar 2. 10 Grafik Proses Isotermal [31]. II-18
Gambar 2. 11 Grafik Proses Isohorik [31]. II-18
Gambar 2. 12 Grafik Proses Isobarik [31]. II-19
Gambar 2. 13 Grafik Proses Adiabatik [31]. II-19
Gambar 2. 14 (a) Skema Siklus Brayton. (b) Diagram P-V (c) Diagram T-S II-20
Gambar 4. 1 Pemilihan Komponen List IV-4
Gambar 4. 2 Pemilihan Fluid Package IV-5
Gambar 4. 3 Aliran Material Bahan Bakar dan Udara IV-6
Gambar 4. 4 Komponen Kompresor pada Brayton Cycle IV-6
Gambar 4. 5 Komponen Reaktor pada Brayton Cycle IV-6
Gambar 4. 6 Komponen Gas Turbin Generator pada Brayton Cycle IV-7
Gambar 4. 7 Parameter input pada aliran stream syngas IV-8
Gambar 4. 8 Parameter input pada aliran stream udara/CombAir IV-8
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Sistrem Konversi Energi Biomassa Sekam Padi 2020 ..... IV-9
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Perhitungan Potensi Limbah Sekam Padi IV-11
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi IV-12
Gambar 4. 12 Grafik Total Potensi Energi Listrik Dari Limbah Sekam Padi IV-13

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

Tabel 3. 1 Kandungan Biomassa Sekam Padi perkilo. III-5
Tabel 3. 2 Nilai Kalor Sekam Padi III-6
Tabel 4. 1 Potensi Sekam Padi Kabupaten Agam Tahun 2016-2020 ..... IV-1
Tabel 4. 2 Potensi Energi Sekam Padi Kabupaten Agam IV-3
Tabel 4. 3 Validasi hasil simulasi mesin gas Waukesha 16V275GL+ IV-3
Tabel 4. 4 Hasil Daya Pembangkitan Energi Biomassa Sekam Padi Per Tahun IV-9
Tabel 4. 5 Tabel Propertis Fluida dan Daya Pada Komponen PLTBM Sekam Padi 2020. ..... IV-10

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RUMUS

Rumus **Halaman**

Rumus 2. 1 Total Potensi Sekam Padi II-13
Rumus 2. 2 Efisiensi Gasifikasi II-14
Rumus 2. 3 Perubahan Kalor II-16
Rumus 2. 4 Perubahan Energi Dalam Sistem II-16
Rumus 2. 5 Proses Isotermal II-18
Rumus 2. 6 Proses Isohorik II-18
Rumus 2. 7 Proses Isobarik II-19
Rumus 2. 8 Proses Adiabatik II-19
Rumus 2. 9 Persamaan Gas Ideal II-19
Rumus 2. 10 Efisiensi Kompresor II-21
Rumus 2. 11 Kerja Kompresor Ideal II-21
Rumus 2. 12 Kerja Kompresor Aktual II-21
Rumus 2. 13 Temperatur Udara Tekan Ideal II-22
Rumus 2. 14 Panas Masuk Sistem Aktual II-22
Rumus 2. 15 Temperatur Ruang Bakar II-22
Rumus 2. 16 Efisiensi Turbin II-23
Rumus 2. 17 Kerja Turbin Aktual II-23
Rumus 2. 18 Kerja Turbin Ideal II-23
Rumus 2. 19 Temperatur Gas Buang Ideal II-24
Rumus 2. 20 Efisiensi Termal Siklus Brayton II-24
Rumus 2. 21 Kerja Bersih Aktual II-24
Rumus 2. 22 Kerja Kompresor II-24
Rumus 2. 23 Pemasukan Panas II-24
Rumus 2. 24 Kerja Turbin II-25
Rumus 2. 25 Kerja Netto Siklus II-25

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menguti 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
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peranan energi listrik sangat penting guna untuk mencapai tujuan pembangunan nasional. Permintaan energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan sejalan dengan perkembangan ekonomi dan masyarakat. Menurut *Indonesian Energy Outlook* 2019, kebutuhan listrik diperkirakan meningkat hampir sembilan kali lipat menjadi 2.214 TWh antara 2018 dan 2050, dengan permintaan listrik tertinggi di sektor rumah tangga selama periode ini, diikuti oleh industri. Di sektor komersial, transportasi dan lainnya, pembangkit listrik akan mencapai 2.562 TWh pada tahun 2050 [1]. Pada umumnya bahan bakar fosil masih digunakan sebagai sumber utama atau alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik industri. Energi fosil merupakan bahan bakar *non renewable* yang berkontribusi pada peningkatan kadar CO2 di atmosfer, yang memengaruhi efek rumah kaca *(greenhouse effect*) dan perubahan iklim (*climate change*).

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam (ESDM), pembangkit listrik berbahan bakar fosil akan terus mendominasi ditahun 2020, tenaga batu bara sebesar 63,92%, gas sebesar 18,08%, EBT 14,70 % dan energi lainnya sebesar 3,3 %. Kontribusi energi berbasis energi baru terbarukan (EBT) masih sangat kecil, dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sebesar 9,9%, pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) sebesar 2,6 % dan EBT lainnya hanya dibawah 0,5 %. Sementara itu, kedepan pemerintah ingin meningkatkan porsi EBT dalam program ketenagalistrikan negara menjadi 35.000 MW. Sebanyak 8.750 MW berasal dari sistem EBT seperti panas bumi, surya, biomassa dan tenaga air. [2].

Salah satu sumber tenaga terbarukan yang berpotensi di Indonesia adalah tenaga biomassa. Indonesia adalah negeri agraris yg sebagian besar penduduknya bermata pencaharian pada bidang pertanian dengan pertanian yang luas dan sumber daya alam yang bermacam- macam serta melimpah. Di negara-negara agraris, pertanian memegang peranan yang sangat penting baik dalam pemenuhan kebutuhan pokok maupun dalam penguatan sektor sosial, ekonomi dan perdagangan[3].

Indonesia memiliki potensi dan kekayaan biomassa yang cukup besar bila dimanfaatkan dengan baik. Potensi ini bisa mencapai 146,7 juta ton/tahun. Menurut kalkulasi, ditahun 2050, pembangkit yang berasal dari biomassa kering dan industri kehutanan, pertanian dan perkebunan berpotensi menghasilkan 24,64 GW.

Pada tingkat 1, kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa ditahun 2050 diramalkan sebesar sebesar 4,92 GW atau sama dengan 20% dari jumlah potensi yang ada. Ditingkat ke-2, Daya Tampung pembangkit biomassa ditahun 2050 diramalkan hingga 9,86 GW atau sama dengan 40% dari jumlah potensi. Kemudian di tingkat ke-3, dikalkulasikan mencapai 14,78 GW yang sama dengan 60% dari total potensi. Finalnya, Ditingkat ke-4 diharapkan akan mempunyai kapasitas$pembangkit biomassa ditahun 2050 sebesar 22,18 GW yang ini setara dengan 90% dari total potensi yang ada. Pada tingkat ini, penggunaan energi biomassa untuk pembangkit hampir menyeluruh [4].

Kawasan agraris biasanya menimbulkan residu pertanian yang minim akan pemanfaatan. residu pertanian ini adalah biomass tersebut merupakan sumber EBT dengan nilai energi yang terhitung besar (yaitu *selulosa*, *hemiselulosa dan lignin*) [5]. Residu pertanian ini jika dimanfaatkan akan berpotensi sebagai bahan bakar seperti energi biomassa.

Biomassa sangat beragam klasifikasinya, tetapi secara khusus mengacu pada residu pertanian seperti seperti, sekam padi, jerami padi, limbah kehutanan seperti serbuk gergaji, MSW, kotoran hewan, sampah dapur dan lainnya. Klaasifikasi ragam tumbuhan yang terkandung dalam biomassa antara lain kayu putih, poplar hibrida, alga, kelapa sawit, tebu, rumput, dan sebagainya [6]. Limbah padi merupakan salah satu potensi biomassa tertinggi yaitu 150 Gj/tahun, dan daerah limbah terbesar adalah Jawa, Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Bali/Nusatengara [7].

Provinsi Sumatera Barat merupakan provinsi dengan kontribusi terunggul dari sektor pertanian. Sumatera Barat khususnya subsektor tanaman pangan memberikan kontribusi terbesar pada tahun 2020 dengan 6,38%. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), luas tanam padi di Sumatera Barat akan menjadi 311.67.000 hektar pada 2019 dan 295.66.000 hektar pada 2020. Produksi Beras tahun 2019 sebesar 1.483.000 ton Giling Kering Giling (GKG). GKG adalah beras yang telah dirontokkan dari tongkolnya dan masih berupa beras berlapis sekam padi. Pada tahun 2020 terdapat 1.387.27 ribu ton GKG [8].

Dari total 19 Kabupaten di Provinsi Sumatera Barat, Kabupaten Agam merupakan kabupaten dengan penghasil Tanaman Padi dengan nilai perkembangan relatif 6,62 % pada periode tahun 2016 ke 2020. Pada tahun 2016-2020 produksi GKG Kabupaten Agam berturut-turut adalah 372.414, 405.578, 178.557, 160.888, 171.537 ton. Menurut Perhitungan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian Provinsi Sumatera Barat jumlah sekam padi 20-30 % dari hasil produski Gabah Kering Giling (GKG). Maka total sekam padi Kabupaten Agam pada tahun 2016-2020 berturut-

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

turut adalah 74.482, 81.115, 35.711, 32.117, 34.314 ton sekam [8].

Saat ini tidak banyak masyarakat yang memanfaatkan sekam padi sebagai sumber energi alternatif terkhusus di Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat dan Kabupaten lainnya. Bidang unggulan dengan kontribusi terbesar ke pembangunan daerah Kabupaten Agam adalah pertanian. Potensi sumber daya lahan pertanian terbesar merupakan sawah dengan luas total lahan sawah ± 28.537 ha dan lahan pertanian non sawah sebesar ± 7.047 ha. ini menunjukan bahwasannya potensi sekam cukup besar untuk nanti dimanfaatkan menjadi energi alternative [9]. Kebiasaan Masyarakat yang melakukan Pembakaran Limbah Padi sebagai bentuk penanganan dari limbah pertanian menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Pemanfaatan sekam padi ke energi listrik guna menambah kualitas lingkungan yang sudah tertuang dalam pasal. Menurut Pasal 4 UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Limbah Pertanian, serta untuk meningkatkan peran listrik berbasis energi terbarukan sebagai mana ditetapkan dalam pembangunan nasional [10].

Berdasarkan permasalah diatas, pada penelitian kali ini akan menganalisis dan menghitung potensi limbah dari sekam padi. Kajian potensi ini meliputi kajian potensi sumber biomassa dan potensi energi listrik dari limbah biomassa tersebut. Pengetahuan awal mengenai tahapan pengkonversian biomassa untuk menjadi energi merupakan perencanaan penting, hal ini akan menentukan jenis mesin atau metode teknologi pembangkit yang akan digunakan [11]. Kadar kalori sekam padi dinilai cukup tinggi yaitu 3300 kKal/Kg, yang mana hipotesa awal untuk Energi Listrik terhitung per 1 KWH atau sama dengan 3,6 x 106 Joule [12].

Pada dasarnya konversi energi biomassa sekam padi menjadi energi listrik memiliki prinsip yang sama dengan menggunakan batu bara yaitu pembakaran dengan menggunakan media api dan uap, dimana sekam padi merupakan bahan bakar. Prinsip kerjanya berdasarakan hukum termodinamika yang mengubah energi kalor ke energi mekanik, gerak mekanik selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik malalui poros turbin yang telah terkoppel dengan rotor generator menggunakan siklus brayton dimana gas akan memutar gas turbin yang terkoneksi ke generator [13].

Tahapan konversi biomassa terbagi menjadi dua tahap, yaitu proses Termokimia dan biokimia. proses termokimia meliputi pembakaran, gasifikasi. Dari berbagai metode dan teknologi yang digunakan, metode Gasifikasi lebih efisien 2,29 kali dibandingkan metode lainnya. Gas buangan juga rendah dan limbah dari gasifikasi masih bisa di manfaatkan

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

kembali [14]. Gasifikasi merupakan reaksi endotermis, dengan oksidator berupa udara dan oksigen dalam jumlah yang terbatas. *output* dari proses gasifikasi ialah *Syngas* yang memiliki nilai kalor dengan spesifikasi karbon monoksida (CO), hidrogen (H_2), air (H_2O), karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), sedikit hidrokarbon berantai tinggi (etena dan etana), nitrogen (N_2), dan berbagai pertikel kecil seperti arang, abu, tar, alkali, dan senyawa dll [11].

Reaktor yang digasifikasi disebut gasifier. Untuk memperoleh gas dari gasifikasi memerlukan reaktor dalam empat zona atau tahapan, yaitu pengeringan, pirolisis, oksidasi, dan reduksi. Untuk menghasilkan syngas secara efisien dan tanpa polutan dari biomassa, nilai kalor yang dihasilkan dari proses gasifikasi ini diperoleh kembali tergantung pada jenis reaktor yang digunakan. Berdasarkan interaksi udara atau oksigen dengan biomassa di dalam gasifier, gasifier dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *updraft, downdraft, dan crosswind*. Pada penelitian ini digunakan gasifikasi dengan sistem *downdraft*, karena memiliki kelebihan seperti produksi gas yang lebih bersih dan efisiensi konversi yang relatif tinggi yaitu 30% sampai 40% [15]. Output dari metode gasifiasi dengan sistem *downdraft* ini didapatlah potensi limbah biomassa berupa nilai kalor.

Lalu dari hasil gasifikasi GKG yang menghasilkan nilai kalor akan dikonversi menjadi energi listrik menggunakan siklus termodinamika, siklus ini terbagi 2 yaitu siklus udara dan uap. Kemudian pada penelitian ini untuk menganalisis berapa potensi dari energi listrik menggunakan hukum pertama termodinamika dengan menggunakan siklus *brayton*. Siklus *Brayton* merupakan siklus ideal udara dan merupakan standar untuk turbin gas, Siklus Brayton adalah pedoman awal untuk setiap turbin gas. Siklus ini dikembangkan awal oleh John Barber pada tahun 1791, dibandingkan dengan masin kalor lainnya, mesin *Brayton* memiliki beberapa kelebihan seperti dapat digunakan sebagai penggerak maupun pembangkit listrik dengan efisiensi Thermal mencapai 44%, dapat digunakan pada siklus kombinasi (*Combine Cycle)* [16].

Dalam menganalisis sisklus *brayton* ini ada beberapa software yang bisa digunakan yaitu menggunakan software *Cycle Tempo,* EES, HYSYS. Dan pada penelitian ini menggunakan *Hysys, Software* ini sangat bagus untuk merancang secara konseptual dari suatu sistem pembangkit daya (*power plant*). Hysys merupakan singkatan dari *Hyphothetical System (sistem hipotesa),* Simulasi proses dapat diartikan membuat suatu proses produksi suatu bahan ke dalam diagram alir proses *(Process Flow Diagram)* dan

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

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 penggunanya mendesain suatu proses dan juga langsung memberitahukan apabila ada kesalahan yang terjadi [17]. sehingga didapat *output* dari simulasi ini dapat menghasilkan potensi energi listrik yang dihasilkan dari potensi limbah GKG yaitu daya pembangkitan energi listrik

Dari permasalahan dan solusi yang telah diuraikan, maka perlu di lakukan sebuah penelitian untuk mengetahui Potensi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm), oleh karenanya penulis tertarik melakukan sebuah penelitian yang berjudul **"Analisis Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Biomass (PLTBM) di Kabupaten Agam".**

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah penelitian dapat dirangkumkan dalam pernyataan penelitian yaitu.

1. Bagaimana menganalisis potensi sekam padi di Kabupaten Agam?
2. Bagaimana menganalisis potensi sumber energi sekam padi di Kabupaten Agam?
3. Bagaimana menganalisis potensi energi listrik yang dihasilkan sekam padi sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis potensi sekam padi di Kabupaten Agam.
2. Menganalisis potensi energi sekam padi di Kabupaten Agam
3. Menganalisis potensi energi listrik yang dihasilkan sekam padi sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menggutip 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 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi Pemerintahan terkait Provinsi Sumatera Barat mengenai potensi dan pemanfaatan sekam padi sebegai Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm).
2. Penelitian ini akan bisa diterapkan secara *Real* di daerah daerah yang memiliki pengolahan padi yang cukup besar.
3. Dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan dengan tujuan untuk membatasi permasalahan agar jelas, karena tidak semua masalah yang diuraikan di atas akan diteliti. Agar penelitian ini dapat berfokus pada apa yang telah menjadi tujuan penelitian, maka adapun batasan penelitian dalamTugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas mengenai analisa potensi sekam padi menggunakan metode gasifikasi.
2. Konversi listrik dari potensi sekam padi menggunakan siklus udara *brayton* berbasis komputer dengan bantuan *software aspen hysys*
3. Analisa *Siklus Brayton* menggunakan hukum pertama termodinamika.
4. Aliran udara pada siklus brayton dianggap dalam keadaan *steady state*.
5. Udara dianggap sebagai zat murni.
6. Energi kinetik dan potensial aliran energi diabaikan.
7. Sistem siklus *udara brayton* adalah *quasiequilibrium*.
8. Analisis perhitungan potensi energi sekam padi tidak dilakukan melalui eksperimen tetapi berdasarkan pendekatan *literature*.
9. Penelitian hanya sampai total daya pembangkitan dan masih *offgrid*

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Sebelum penelitian dilakukan, studi literatur digunakan dengan tujuan untuk mencari referensi dan penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Referensi ini berasal dari jurnal, buku, atau artikel yang berhubungan dengan penelitian ini.

Kajian kalkulasi kapasitas energi listrik sekam padi dengan metode gasifikasi. Penelitian ini menghitung kapasitas energi listrik pada sekam padi melalui proses gasifikasi di Kabupaten Maros tahun 2016. Energi listrik berupa msyngas akan diperoleh dari nilai kalor padi setelah proses gasifikasi. Berdasarkan 202.000 ton produksi beras di Kabupaten Maros tahun 2016, sebesar 40.000 ton sekam padi diproduksi dan akan menerima 17.466,22 MW setelah digunakan [12].

Penelitian tentang pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi alternatif untuk pembangkit listrik. Dalam tugas akhir ini akan dihitung jumlah dan potensi energi dari 200 hektar lahan sawah di desa Wineru. Dalam pengujian, penulis membuat prototipe pembangkit listrik tenaga uap sederhana. Konversi energi dari biomassa sekam padi menjadi listrik dilakukan dengan prinsip yang sama dengan penggunaan batubara, yaitu dengan membakar air dan uap sebagai media kerja. Dimana sekam padi adalah bahan bakarnya. Dapat menghasilkan energi panas sebesar 477.400 kkal dari pembakaran 119,75 kg sekam padi. Ini setara dengan 23,28kWh listrik dengan efisiensi pembakaran 93%. Tegangan keluaran generator adalah 9 volt. Daya yang dapat dihasilkan pada lahan seluas 200 hektar adalah 178,078 kW[13].

Penelitian dengan judul penelitian tentang potensi sekam padi sebagai energi alternatif pendukung ketahanan energi di wilayah Magelang. Kajian ini mengkaji tentang kapasitas energi yang diperoleh dari proses gasifikasi di wilayah Kabupaten Magelang serta kapasitas pembangkit listrik pada saat gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi tersebut diselaraskan dengan mesin kinetik dengan total produksi padi sekitar 210.269 ribu ton. Jumlah tersebut bisa memperoleh sekam padi sebesar 46.259 ribu ton yang mempunyai

nilai kalor cukup tinggi 14,8 MJ/kg, jumlah ini dapat menghasilkan energi sebesar 1.875.707,4 MJ atau 521.029,83 kWh [18].

Kajian berjudul Studi Rencana Energi Biomassa dari Limbah Padi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Pembangkit Listrik Kota Bogor ini merupakan penggarapan biomassa dari limbah padi yang dicampur dengan kotoran sapi menggunakan teknologi biogas yang mampu digunakan sebagai generator. Total limbah jerami per tahun sebesar 1.807 ton, hal ini menciptakan 700 kg/hari dengan menambahkan kotoran sapi sebanyak 35 ekor sapi. Satu ekor sapi dapat memperoleh 15 kg/hari, dan 35 ekor akan didapatkan 525 kg/hari, sehingga total 1.225 kg jerami padi ditambah kotoran sapi. Energi listrik yang dihassilakn oleh pengolahan biogas per hari adalah 1.088,85 KWh [19].

Penelitian dengan judul Potensi Limbah Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif di Provinsi Sulawesi Tenggara ini menganalisis potensi energi limbah pengolahan padi (jerami dan sekam) Provinsi Sulawesi Tenggara. Data produksi gabah ditemukan sesuai dengan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Tenggara dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten/Kota se-Sulawesi Tenggara. Berdasarkan pembahasan dan analisis dalam kajian ini dapat disimpulkan bahwa rata – rata produksi gabah provinsi Sulawesi Tenggara (2010-2018) sebesar 596. 447 ton, produksi gabah maksimum pada tahun 2016 sebesar 813. 208 ton, dan rata-rata perkiraan produksi jerami dan sekam padi Provinsi Sulawesi Tenggara (2010-2018), yaitu jerami sebesar 823.665 ton, sekam padi sebesar 119.289 ton, maksimum produksi tahun 2016 berturut-turut pada jerami adalah 1.123.001 ton, sekam padi 162.642 ton. Untuk potensi jerami dan sekam padi Provinsi Sulawesi Tenggara perkiraan potensi energi rata-rata (2010-2018) dari jerami padi adalah 9.600 GJ dan sekam padi sebesar 1.700 GJ [20].

Berdasarkan penelitian terkait di atas dalam penggunaan beberapa metode seperti pada penelitian [12], [13], [18], [19] dan [20] pada dasarnya yaitu memiliki metode yang sama yaitu dengan pengkonversian nilai kalor ke listrik saja. Pada penelitian [12] membahas perhitungan biomassa menggunakan metode gasifikasi dengan pengkonversian nilai kalor dari massa syngas hasil gasifikasi, Penelitian [13] mengkaji poteni sekam padi menggunakan konversi energi kalor dan proses konversi prinsip kerjanya berdasarkan analisa hukum termodinamika. Pada dasarnya penelitian [13], [18], [19] dan [20] sama dengan penelitian [12].

Maka pada penelitian ini akan melakukan kajian potensi sekam padi dan kapasitas

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

energi listrik yang dihasilkan melalui sekam padi. Kajian potensi sekam padi akan dilakukan dengan menggunakan metode gasifikasi dengan sistem downdraft seperti pada penelitian [12]. Hasil dari kajian potensi ini akan mendapatkan nilai kalor dan efisiensi gasifikasi. Selain kajian potensi sekam padi, penelitian ini juga melakukan kajian potensi energi listrik dari potensi sekam padi. Potensi kajian listrik pada penelitian ini menggunakan siklus udara termodinamika yaitu *Siklus Brayton* dengan bantuan *software Aspen Hysys*. Hasil dari simulasi ini adalah daya energi listrik.

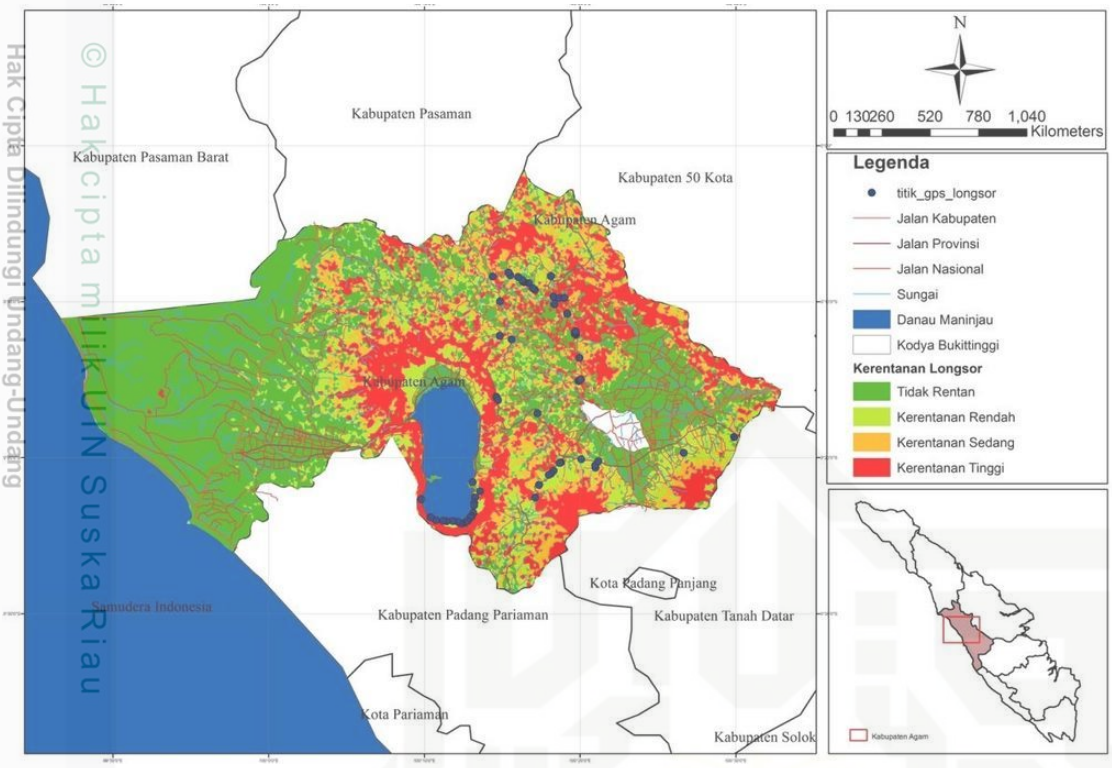
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Profil Kabupaten Agam

Kabupaten Agam adalah kabupaten provinsi Sumatera Barat di Indonesia. Kabupaten Agam berada di kawasan yang sangat strategis yang dilintasi oleh Lintas Sumatera Tengah dan Lintas Sumatera Barat, serta melalui Jalan Fider yang menyambungkan Lintas Sumatera Barat, Lintas Tengah, dan Lintas Sumatera Timur. Kabupaten Agam merupakan wilayah perbukitan atau pegunungan dan pesisir yang sebagian besar terdiri dari kawasan lindung infrastruktur pertanian (perkebunan kering dan hortikultura) [18].

Secara geografis, Kabupaten Agam berada pada pada 000 01’ 34”- 000 28’ 43” LS dan 990 46’ 39” – 1000 32’ 50” BT. Luas daerah seluas 2.232,30 km² atau (5,29 %). Dari luas wilayah Provinsi Sumatera Barat sebesar 42.229,04 km² dengan batas-batas daerah Utara Kabupaten Pasaman, Bagian Timur Kabupaten 50 Kota, Bagian Selatan Kabupaten Padang Pariaman dan Kabupaten Tanah Datar dan Bagian Barat Samudera Indonesia.

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.



Gambar 2. 1 Geografis Kabupaten Agam [19]

Sebagai profesi utama dari masyarakat di kabupaten Agam yaitu bidang pertanian, dengan padi sebagai produk unggulannya yang mencapai 12.992 ton. Komoditas pertanian di kabupaten Agam yang cukup dominan membuat hal tersebut menjadi pemasok utama untuk wilayah lainnya. Komoditi tersebut bisa Padi dan sayuran seperti kol, kentang, tomat, cabai, dan wortel. Kabupaten ini sudah menggunakan lahan untuk pertanian pada tanaman pangan yang mengambil 36% dari luas wilayahnya. Meskipun begitu, kemajuan komoditi sayuran sangat sesuai dengan kondisi fisik wilayah yang mayoritas berada pada kawasan ketinggian. Kabupaten Agam memiliki kemampuan pada bidang perkebunan, terutama dengan komoditi andalannya, yaitu kelapa sawit. Nilai ekspor yang didapatkan dari kelapa sawit cukup tinggi, karena permintaan akan kelapa sawit di pasaran internasional juga cukup tinggi [20].

2.2.2 Biomassa

Biomassa umumnya merupakan zat yang dihasilkan secara langsung atau tidak langsung dari tumbuhan dan dapat dipakai dalam jumlah besar untuk energi dan bahan. Yang dimaksudkan dengan "tidak langsung" adalah produk dari industri peternakan dan makanan. Biomassa, juga dikenal sebagai "fitomassa," sering diartikan sebagai *bioresource* atau sumber daya yang diperoleh dari biologis. Inti sumber daya terdiri dari

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.
© Hakcipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

ratusan dan ribuan tanaman, spesies darat dan laut, berbagai pertanian, kehutanan, proses industri, limbah sisa, limbah dan kotoran hewan. Tumbuhan energi yang membentuk perkebunan energi besar belum dikomersialkan saat ini, tetapi akan menjadi salah satu biomassa yang menguntungkan. Secara khusus, biomassa terdiri dari kayu, rumput napier, rapeseed, eceng gondok, ganggang raksasa, chlorella, serbuk gergaji, serpihan kayu, jerami, sekam padi, swill, lumpur pulp, kotoran hewan, dan lain-lain. Biomassa jenis perkebunan seperti kayu putih dan poplar hibrida, kelapa sawit, tebu, dan kaca gajah termasuk dalam kategori ini [21].

2.2.3 Biomassa Sekam Padi

Sekam padi merupakan produk sampingan dari penggilingan padi. Sekam padi merupakan lapisan keras yang mengandung caryopsis, tersusun atas dua bagian yaitu *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Ketika padi digiling, cangkangnya terlepas dari butiran padi dan membentuk residu dan limbah yang dihancurkan. Sekam padi digolongkan menjadi biomassa dan bisa memenuhi berbagai macam kebutuhan seperti pakan industri, pakan ternak, energi dan bahan bakar. Sekitar 20-30% sekam diperoleh dari proses penggilingan padi, dan dedak padi yang digiling dari 8-12 % memiliki berat gabah 50-63,5 % ton dan nilai kalor 1 kg sekam sebesar 3300 k. Sekam padi mempunyai bagian utama seperti selulosa (31,4 ± 36,3%), hemiselulosa (2,9 ± 11,8%), dan lignin (9,5 ± 18,4%) [22].

1. Selulosa

Poliskarida yang terdiri dari D-glukosa yang terikat bersamaan oleh ikatan β-glukosidik dengan rumus molekulnya $(C_6H_{12}O_6)$ n. Derajat polimerisasi yang diwakili oleh n memiliki rentang skala yang luas dari ribuan hingga puluhan ribu. Hidrolisis lengkap selulosa memperoleh D-glukosa (monosakarida), sedangkan hidrolisis parsial memperoleh disakarida (selobiosa) dan polisakarida dengan n urutan 3-10. Selulosa mempunyai struktur kristal yang sangat tahan terhadap asam dan basa.

2. Hemiselulosa

Polisakarida yang unitnya adalah monosakarida yang memiliki 5 atom karbon seperti D-xylose dan D-arabinose, dan 6 monosakarida karbon seperti Dmanose, D-galactose dan D-glucose. Jumlah monosakarida karbon 5 lebih besar daripada jumlah monosakarida karbon 6, dan rumus empiris rata-rata adalah $(C_5H_8O_4)$ n. Tingkat polimerisasi

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

hemiselulosa **adalah 50-200, yang lebih kecil. Karena menggunakan selulosa, ia lebih mudah terurai** daripada selulosa, dan sebagian besar hemiselulosa larut dalam larutan basa.

3. Lignin

Ini adalah senyawa di mana fenilpropana, yang merupakan unit komponen, dan turunannya terikat dalam tiga dimensi. Strukturnya kompleks dan belum sepenuhnya dipahami. Menurut pengamatan ini,bisa disimpulkan jika lignin membagikan kekuatan mekanik dan proteksi untuk tumbuhan itu sendiri. Selulosa, hemiselulosa, serta lignin banyak ditemui di bermacam tipe biomassa serta menggambarkan sumber karbon alam yang sangat melimpah di planet ini.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM)

Pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm) adalah pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar yang diubah dari bahan hayati dan organik (biomassa) dengan proses konversi panas. Besarnya energi yang dibutuhkan untuk membangkitkan PLTBm sebanding dengan besarnya energi tersebut. Teknologi dengan gasifier yang menghasilkan gas yang mudah terbakar (PLTBm) berfungsi sebagai bahan bakar untuk menggerakkan mesin gas dalam menghasilkan listrik. Sistem pembangkit listrik tenaga biomassa menggunakan teknologi GALFAD (*gasification, landfill, anaerobic digestion*), dengan mempertimbangkan berbagai sifat limbah. PLTBm yang diproduksi terhubung ke mesin gas yang telah memakai *tar wet scrubber, dan gas filter* [2] .

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm) adalah aplikasi teknologi gasifikasi. Proses gasifikasi ini ada empat tahap, yaitu pengeringan (dengan T > 150 °C), pirolisis (150 °C < T < 700°C), oksidasi (700 °C < T < 1500 °C), dan reduksi (800 °C < T < 1000 °C). Teknologi gasifikasi berfungsi untuk menghasilkan gas yang mudah terbakar (CO, H_2, CH_4). Gas yang mudah terbakar tersebut dapat digunakan untuk menukar fossil fuel sebagai bahan bakar mesin sebagai penghasil listrik.

2.4 Gasifikasi

Proses pengubahan bahan dasar biomassa padat sebagai bahan bakar gas ataupun bahan baku gas kimia (Syngas) dikenal dengan istilah gasifikasi atau termodinamika gasifikasi. Untuk mengubah biomassa padat menjadi gas yang tidak sulit terbakar, maka bahan yang diperlukan adalah reaksi kimia tersebut. Bahan ini disebut gasifier yang terdiri dari udara (N_2, O_2), oksigen (O_2), H_2O, atau CO_2, yang diterapkan di campuran . Udara

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

(hanya O_2 yang bereaksi) dan O_2 menghasilkan panas dari oksidasi, dan penambahan O_2 secara efektif mengurangi jumlah gas yang tidak sulit terbakar [21].

Proses gasifikasi ini mencakup empat tahapan, yaitu pengeringan (dengan T > 150 °C), pirolisis (150 °C < T < 700°C), oksidasi (700 °C < T < 1500 °C), dan reduksi (800 °C < T < 1000 °C). Reaktor tempat terjadinya gasifikasi disebut dengan gasifier. Untuk mendapatkan gas hasil gasifikasi dibutuhkan empat zona atau langkah-langkah yang terjadi di dalam reaktor, yaitu [15]:

1. Zona pengeringan

   Bahan baku yang mencapai panas terjadi pada 100-250 ℃, kemudian bahan baku tersebut akan mulai kering. Selanjutnya Kandungan air menguap dan akan digunakan untuk proses kimia lebih lanjut. Proses kimia penguapan air sebagai berikut:

   H_2O(cair) ⟶ H_2O (uap)

2. Zona pirolisis

   Setelah proses pengeringan dilakukan, maka bahan biomassa jatuh dan menampung panas pada suhu 250-500 ℃ tanpa adanya udara. Di zona ini, bahan dasar akan terpecah dan berubah menjadi arang, uap air dan gas. Proses pirolisis terjadi dengan penguraian hemiselulosa pada suhu antara 200-250 ℃, diakhiri dengan penguraian selulosa hingga suhu 350 ℃, dan proses pirolisis pada suhu 500 ℃. Selanjtnya proses pengarangan terjadi pada suhu antara 500-900 ℃ ini terjadi pada batas area pirolisis dan oksidasi. Proses kimia pirolisis adalah sebagai berikut :

   $C_xH_yO_z$ ⟶ arang, tar, minyak, asam organik, metana dan lain-lain.

3. Zona oksidasi

   Arang yang terbentuk di ujung zona pirolisis memasuki zona oksidasi dan terbakar dengan udara yang mengalir dari luar melalui lubang masuk udara, tetapi pembakaran tidak sempurna karena jumlah pembakaran yang tidak mencukupi. Zona pembakaran, bagian tenggorokan, menghasilkan suhu oksidasi dalam kisaran 900 hingga 1400 ℃.Proses kimia oksidasi adalah sebagai berikut:

   $2C + O_2$ ⟶ $2CO$ + energi *termal*

   $2CO + O_2$ ⟶ $2CO_2$ + energi *termal*

   Tar, minyak, metana, dll ⟶ CO, CO_2, H_2O,CH_4 + energi *termal*

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

4. Proses ini bertujuan untuk mereduksi gas CO_2 menjadi gas CO dari proses oksidasi arang. Proses ini berlangsung pada kisaran suhu 900 ° C dan mengekstrak panas dari zona oksidasi. Arang bereaksi dengan gas CO_2 dan uap air menghasilkan gas CO, kemudian arang juga bereaksi dengan uap air menghasilkan gas CO dan metana. Proses reduksi kimia adalah sebagai berikut:

$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$ - energi termal

$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$ - energi termal

2.5 Gasifier

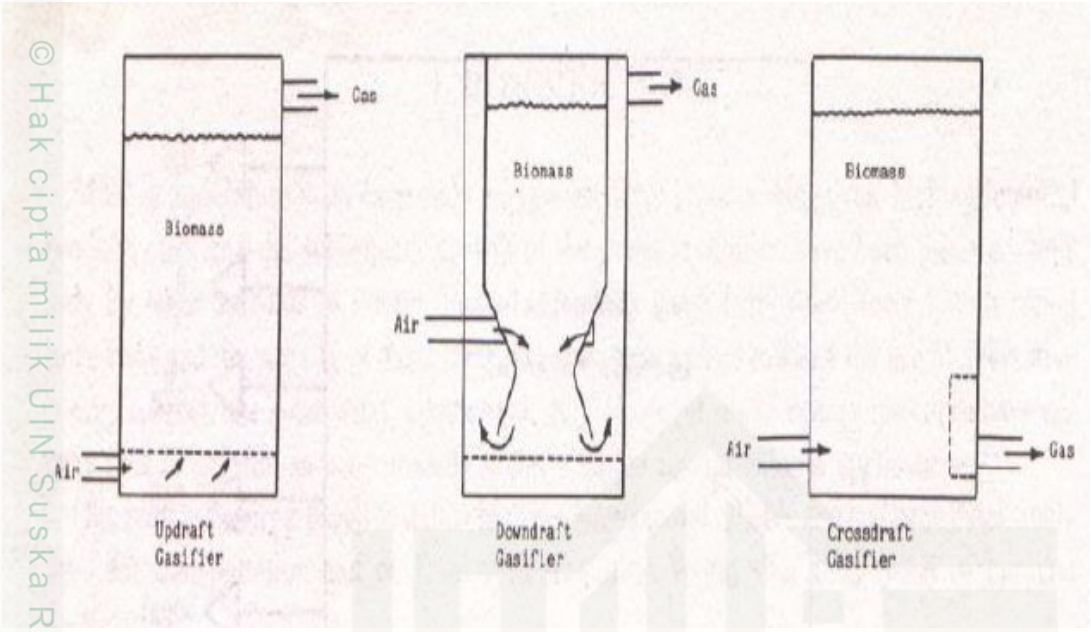
Gasifier adalah alat yang digunakan untuk memanaskan biomassa agar menghasilkan gas yang mudah menguap dan mudah terbakar, yang kemudian dibakar untuk menghasilkan energi, biasanya untuk memasak atau memanaskan ruangan [23], Gasifier adalah reaktor untuk proses gasifikasi atau sering disebut dengan tungku gasifikasi. Gasifier dapat diklasifikasikan menjadi *fixed bed gasifier*, *fluidized bed gasifier* dan *entrained flow gasifier* [24].

1. *Fixed bed gasifier*

Feedstock biomassa dimasukkan ke dalam gasifier melalui hopper di bagian atas gasifier dan ditahan oleh grate. Biasanya gasifier dibuat dalam bentuk silinder dan dilapisi dengan insulator. Gasifier jenis ini sering disebut sebagai *moving bed gasifier* karena bahan bakunya bergerak ke bawah selama proses gasifikasi. Gasifikasi yang tersisa dalam bentuk abu dihilangkan di bagian bawah gasifier. *Gasifier fixed-bed* dapat dibagi menjadi *updrafts*, *downdrafts*, dan *crossdraft*, tergantung pada aliran bahan baku dan gas produksi dalam gasifier [24]. Bentuk dari ketiga jenis gasifier tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2 [25].

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

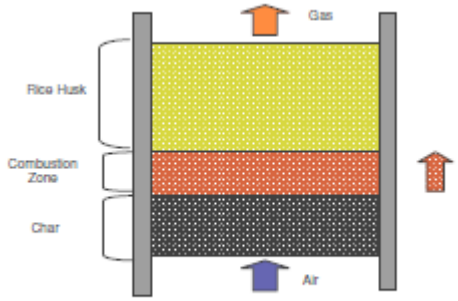


Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Gasifier[25]

a. *Updraft Gasifier*

Feedstock biomassa dimasukkan ke dalam gasifier melalui hopper di bagian atas gasifier dan ditahan oleh grate. Gasifier biasanya dibuat dalam bentuk silinder dan ditutup dengan insulator. Gasifier jenis ini sering disebut sebagai *moving bed gasifier* karena bahan bakunya bergerak turun selama proses gasifikasi. Jenis gasifikasi yang paling sederhana adalah updraft, di mana biomassa dimasukkan ke dalam reaktor dari atas dan bergerak ke bawah untuk mendapatkan gas dan arang, memasok udara untuk pembakaran dari bawah dan megelurkan syngas sebagai bahan bakar atas, bergerak berlawanan arah dengan aliran syngas (*counter current flow)* dan menempuh zona pengeringan, zona destilasi, zona reduksi dan zona oksidasi/pembakaran [5].

Jenis ini cocok untuk sekam padi, tetapi kelemahan utama adalah asap yang berlebihan selama operasi. Kompor gas sekam padi jenis ini harus dirancang dengan cerobong asap untuk mengeluarkan kelebihan gas selama operasi [26]. Model ini memiliki keunggulan penurunan tekanan rendah dan efisiensi termal yang tinggi. Namun kekurangannya adalah kandungan tar yang tinggi dari gas yang dihasilkan dan waktu pengapian yang lama [24].



Gambar 2. 3 Updraft Gasifier [27]

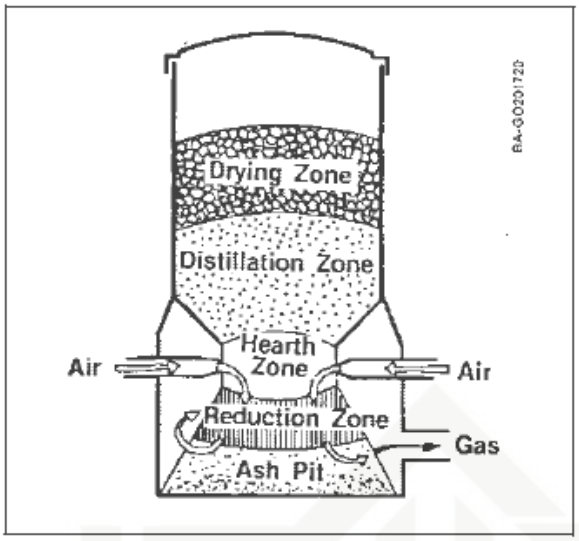
b. *Downdraft Gasifier*

Pada Gambar 2.4, silinder atas adalah penutup lain dari bahan bakar biomassa. Selama operasi, ruang ini diisi setiap beberapa jam sesuai kebutuhan. Penutup pegas dibuka untuk mengisi gasifier dan menutup saat karburator beroperasi. Pegas memungkinkan tutupnya terbuka untuk mengurangi tekanan jika terjadi ledakan gas dan karena itu berfungsi sebagai katup pengaman. Ketiga, ada sejumlah *nozel* udara berorientasi radial yang memungkinkan udara ditarik dari bawah ke dalam *chip* yang bergerak ke bawah untuk gasifikasi. Selama operasi, udara yang dihirup membakar sebagian besar bahan [27].

Tar dan minyak, serta beberapa arang yang mengisi gasifier, turun ke bagian bawah *nozel*. Karena biomassa mengandung lebih dari 80% zat yang mudah menguap, sebagian besar biomassa diubah menjadi gas di zona pembakaran nyala api ini. Setelah terjadi pembakaran/pirolisa bahan panas dan arang pada tingkat *nosel*, gas panas hasil pembakaran (COz dan HzO) yang dihasilkan mencapai arang panas ini, dimana sebagian menjadi bahan bakar gas CO dan Hz akan berkurang [27].

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

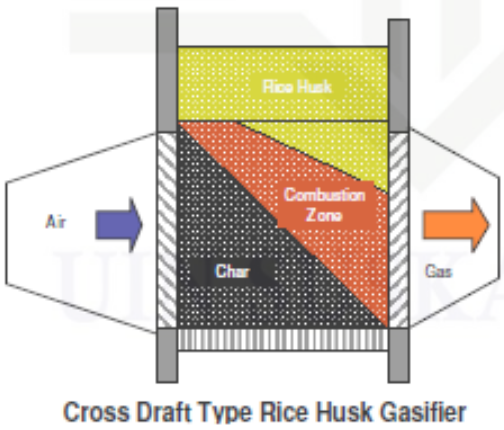
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



Gambar 2. 4 Downdraft Gasifier [27].

c. *Crosdarft Gasifier*

Media gasifikasi masuk dari satu sisi gasifier dan gas yang dihasilkan keluar dari sisi lain. Keunggulan model ini adalah strukturnya yang sederhana dan responnya yang cepat terhadap fluktuasi beban, kekurangannya adalah sangat sensitif terhadap komposisi biomassa, dan kekurangan lainnya adalah kehilangan tekanan yang terjadi sangat besar [24]. Gas mengalir melalui kolom bahan bakar yang bekerja tegak lurus terhadap arah zona pembakaran. Reaktor jenis ini memungkinkan operasi terus menerus bahkan saat batubara sedang diisi ulang dan dibongkar. Asap terlihat di reaktor jenis ini. Namun, ini dapat diatasi dengan dengan memodifikasi metode penyalaan bahan bakar dan dengan menyediakan saluran keluar asap.

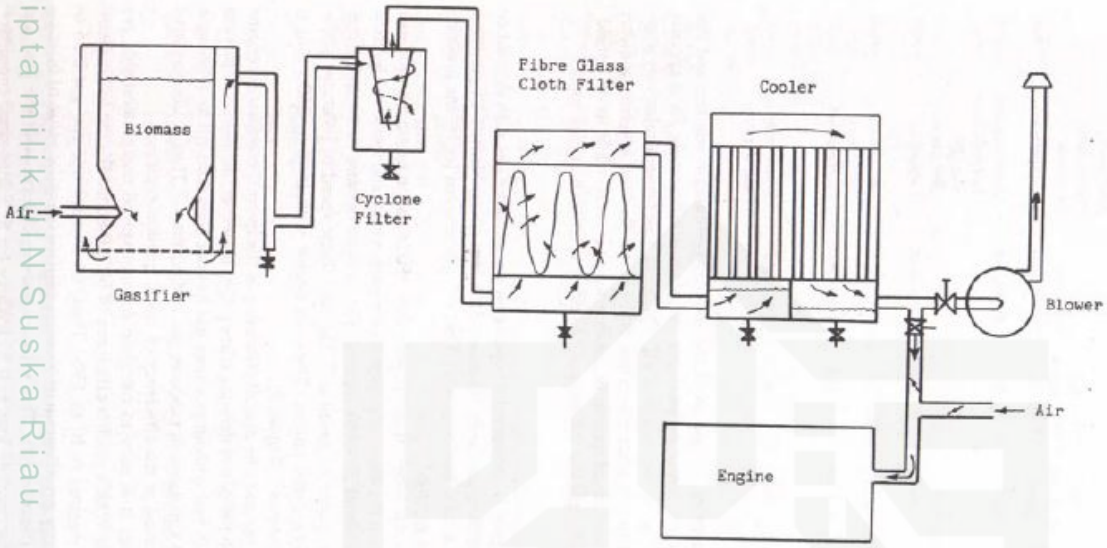


Gambar 2. 5 Crossdraft Gasifier [27]

UIN SUSKA RIAU

2.6 Skema Sistem Gasifiasi

Skema dari pembangkit listrik biomassa dengan sistem gasifikasi downdraft ditujukan sesuai Gambar 2.6



Gambar 2. 6 Skema sistem gasifikasi downdraft [25].

Pada skema yang terlihat pada Gambar , proses konversi biomassa menjadi listrik melewati 4 tahapan, yaitu :

1. Gasifier

Gasifier adalah tempat di mana biomassa dibakar dalam kondisi udara terbatas untuk menghasilkan gas yang tidak sulit untuk dibakar seperti CO, CH_4 dan H_2, serta abu yang jatuh ke dasar gasifier.

2. *Cyclone filter*

Cyclone filter adalah langkah pertama dalam menyaring batubara atau abu yang masuk bersama gas yang dihasilkan oleh gasifier. *Cyclone filter* juga digunakan untuk menurunkan suhu gas dan menghilangkan gas berbahaya.

3. *Fibre glass cloth filter*

Fiber glass cloth filter merupakan tempat penyaringan tingkat kedua yang akan memisahkan tar, air, dan abu dari gas mampu bakar yang akan digunakan.

4. *Cooler*

Cooler merupakan tempat pendinginan gas mampu bakar yang akan dilanjutkan menuju *engine*.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

2.7 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi

Salah satu kemungkinan pemanfaatan biomassa adalah sampah atau sisa-sisa pertanian yaitu padi yang berbentuk sekam. Hal ini dikarenakan proses pengolahannya yang fleksibel dan jumlah limbah pertanian yang sangat besar selalu tersedia setiap hari. Kemungkinan daur ulang limbah beras terletak pada sektor limbah berupa sekam padi. Sekam padi mempunyai bahan silika yang besar dan mungkin mengandung sumber bahan bakar sehingga bisa dimanfaatka untuk berbagai kepetingan [28].

Sekam padi dapat digunakan untuk energi terbarukan dan dapat diubah menjadi energi apapun, dan dalam konteks ini memiliki kandungan yang sangat baik yang dapat diubah menjadi energi listrik. Dalam kasus gasifikasi sekam padi, tidak hanya muatan gas yang tinggi, tetapi karena gas mengandung panas yang cukup, muatan kalor dalam sekam padi merupakan tempat dengan kalor terbesar dibandingkan unit lain dalam tanaman padi lainnya. Selain itu, Kandungan air sekam padi diketahui 0% dan dapat menyebabkan besarnya energi panas yang terkandung dalam sekam padi [29].

2.7.1 Total Potensi Sekam

Sekam padi adalah *output* samping dari penggilingan padi, menurut Badan Penelitian dan Perkembangan Pertanian Kementrian Pertanian Sumatera Barat total sekam pada padi, total sekam 15-20 % dari hasil Produksi Gabah Kering Giling (GKG) [30]:

$$RH = RP \times C_E \quad (2.1)$$

Keterangan :

RH : Potensi Sekam Padi (ton)

RP : Produksi Gabah (ton-GKG)

C_e : Efisiensi Pengumpulan Gabah (%)

2.7.2 Fuel Consumption Rate (FCR)

Konsumsi biomassa meningkat dengan meningkatnya volume udara. Tingkat oksidasi berkembang pesat dengan meningkatnya kecepatan udara. Dengan meningkatnya jumlah udara, lebih banyak oksigen tersedia untuk proses oksidasi di udara. Pada saat yang sama, tingkat konsumsi *feedstock* menurun dengan meningkatnya ukuran *feedstock*. Semakin *feedstock*, semakin lambat proses oksidasi dan oleh karena itu konsumsi *feed stock* lebih sedikit. Di sisi lain, semakin kecil ukuran *feedstock*, semakin tinggi tingkat konsumsi *feedstock*. Hal ini dikarenakan luas kontak per satuan volume yang besar mempercepat

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

proses perpindahan panas dan mempercepat proses oksidasi. Kandungan air pada *feed stock* dapat mempengaruhi laju konsumsi *feedstock* selama gasifikasi.

Kandungan air yang tinggi mengurangi konsumsi *feedstock* . *feedstock* dengan kadar air yang tinggi membutuhkan lebih banyak panas dalam proses pengeringan, yang dapat memperlambat proses pirolis dan konsumsi *feedstock* secara keseluruhan selama gasifikasi. Konsumsi *feedstock* yang dilakukan di dalam tempat pembakaran. Dimana bahan bakar yangdibakar yaitu sekam padi yang mengandung gas H_2CO [25].

Laju Konsumsi *feedstock* selama proses gasifikasi dapat dihitung dengan persamaan berikut [13] :

$$FCR = \frac{massa}{waktu}\ (kg/\ jam) \qquad (2.\ 2)$$

2.7.3 Massa Jenis Campuran Kimia

Massa jenis campuran kimia merupakan massa jenis yang dicampur dengan zat kimia yang terdapat dalam Sekam padi, hal ini dapat dilihat di Tabel 2.3 untuk melihat persentase per Kilogramnya [13].

$$\rho Mix = (\rho C \times \%C) + (\rho H \times \%H) + (\rho N \times \%N) + (\rho CH4 \times CH4) \qquad (2.\ 3)$$

Keterangan :

ρMix : Massa Campuran Kimia
ρC : 1,25
ρH : 0,09
ρN : 1,25
ρCH4 : 0,6

2.7.4 Massa Gas Hasil Gasifikasi

Massa gas hasil gasifikasi dikenal sebagai Msyngas, yaitu massa gas yang sudah dipanaskan untuk menyesuaikan nilai kimia sebelum dan sesudah proses gasifikasi dan dikalikan dengan densitas campuran [13].

$$Msyngas = \rho Mix \times \text{Produksi Sekam Padi} \qquad (2.\ 4)$$

2.7.5 Kalor Sekam Padi

Pada tahapan ini merupakan *Output* dari sistem gasifikasi berupa nilai kalor

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

yang merupakan parameter penting untuk dilakukannya potensi energi listrik dari sekam padi, dengan menggunakan persamaan dibawah:

$$Q = Msyngas \times LHV$$

Keterangan :

Q : Kalor Sekam Padi (MJ)

Msyngas : Massa Gas Hasil Gasifikasi (Ton/Year)

LHV : Nilai Kalor 1 Ton Syngas (KJ/Kg)

2.8 Perhitungan Potensi Listrik PLTBm

Siklus Udara Brayton digunakan dalam sistem produksi biomassa. Siklus tersebut sangat sering dipakai produsen mesin turbin atau produsen analisis peningkatan kinerja karena merupakan siklus energi termodinamika yang sempurna bagi turbin gas. Siklus Brayton terbagi menjadi proses kompresi isentropik dan diakhiri dengan proses pelepasan panas tekanan konstan.

2.8.1 Hukum Ke-0 (Nol) Termodinamika

"Apabila kedua sistem terletak pada kesetimbangan termal dengan sistem ketiga, maka sistem berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain." Hukum ke-nol termodinamika adalah bahwa jika kedua sistem suhunya setara dengan sistem ketiga, mereka menyatakan bahwa mereka secara termodinamika setara satu sama lain. Contoh: Sentuhkan balok tembaga ke termometer sampai suhunya sama, lalu lepaskan. Bawa balok tembaga kedua ke dalam kontak dengan termometer yang sama. Jika kandungan merkuri pada termometer tidak berubah selama proses ini, maka kedua balok berada dalam kesetimbangan termal dengan termometernya masing-masing [31].

2.8.2 Hukum Ke-1 Termodinamika

"Energi tidak bisa dihasilkan atau dihancurkan, tetapi diubah menjadi bentuk energi lain." Hukum awal termodinamika adalah bahwa ketika suatu sistem mengalami perubahan keadaan positif atau negatif, baik energi panas dan energi kerja dibatasi. Dilaporkan bahwa ada kemungkinan melebihi. Perubahan bersih energi sistem sama dengan energi bersih di luar batas sistem dan dapat berubah dalam bentuk energi dalam, energi kinetik, atau energi potensial [31].

Hukum ini dapat dikatakan sebagai energi tidak mudah dibuat atau dihancurkan, namun bisa dijadikan dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Secara matematis, hukum

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

pertama termodinamika dituliskan sebagai berikut [32]:

$$Q = \Delta U + W \quad (2.\ 2)$$

$$\Delta U = Ua - Um \quad (2.\ 3)$$

Keterangan :

Q : Perubahan Kalor (J)

ΔU : Perubahan Energi Dalam Sistem (J)

W : Usaha/Kerja yang dilakukan sistem (J)

Um : Energi dalam mula-mula (J)

Ua : Energi dalam akhir (J)

Perjanjian tanda yang berlaku untuk persamaan diatas tersebut adalah sebagai berikut [16]:

1. Jika sistem melakukan kerja maka nilai W positif, dan jika sistem menerima kerja maka nilai W negatif.
2. Jika sistem melepas kalor maka nilai Q negatif, dan jika sistem menerima kalor maka nilai Q positif.

Gambar 2. 7 Syarat panas dan kerja pada sistem [16].

2.8.3 Hukum Ke-2 Termodinamika

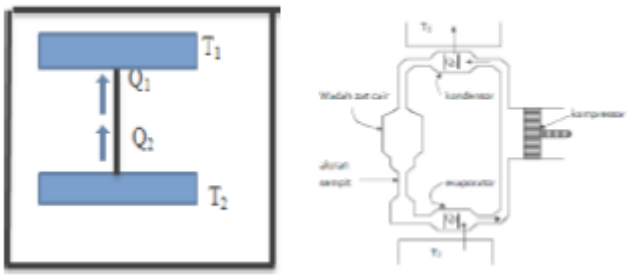
Hukum kedua termodinamika berkaitan dengan entropi. Hukum tersebut menunjukkan bahwa total entropi dari sistem termodinamika terisolasi meningkat dari waktu ke waktu, mendekati maksimumnya. Hukum kedua termodinamika dapat dirumuskan dengan berbagai cara. Dua pernyataan oleh *Claussius* dan *Kelvin Planck* [33].

A. Pernyataan *Claussius*

"Dalam kasus mesin *self-propelled* yang beroperasi dalam siklus, tidak mungkin untuk mentransfer panas melalui benda dingin ke benda panas tanpa bantuan eksternal." Benda dingin mengalir ke benda panas. Pernyataan Clausius berlaku untuk lemari es.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

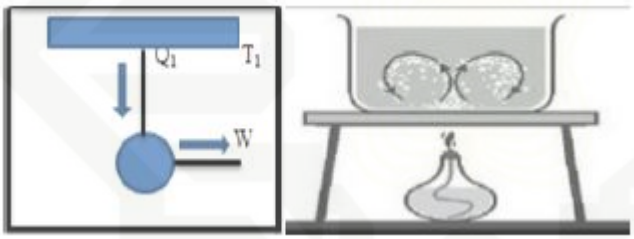
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU



Gambar 2. 8 Perpindahan Kalor Claussius [32].

B. Pernyataan *Kevin Planck*

"Tidak akan bisa membuat mesin yang beroperasi dalam satu siklus, tujuan utamanya adalah mengubah energi kalor menjadi energi kerja." Sehingga dapat dikatakan, mesin kalor yang beroperasi satu siklus adalah kalor yang disuplai. Energi tidak dapat diubah menjadi pekerjaan mekanis. Ini berarti bahwa ketika panas menghasilkan kerja mekanis, energi hilang. Karena pernyataan tersebut, hukum kedua termodinamika dapat disebut hukum degradasi tenaga. Pernyataan *Kevin Plank* berlaku untuk mesin panas.



Gambar 2. 9 Perpindahan Kalor Kevin Planck [32].

2.8.4 Hukum ke-3 Termodinamika

Hukum ketiga termodinamika berhubungan pada suhu nol absolut. Hukum ketiga tersebut menunjukkan bahwa ketika entropi sistem mendekati minimum dan sistem mendapatkan suhu nol absolut, semua proses berhenti. Ini menunjukkan bahwa jika entropi suatu benda memiliki struktur kristal yang sempurna, maka suhu nol absolut adalah nol [31].

2.9 Proses dalam Termodinamika

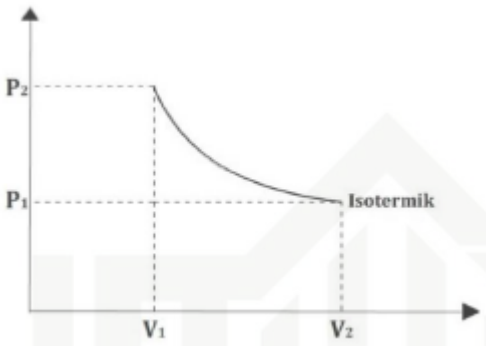
Ada 4 proses gas pada bahasan termodinamika yang terdiri dari proses, ialah isotermal, isobarik, isokhorik, serta proses adiabatik [31].

1. Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses yang mengubah kondisi termodinamika yang terjadi

pada suhu konstan atau konstan. Suhu konstan ini tidak mempengaruhi perubahan energi dalam sistem atau ΔU= 0. Menurut Hukum I, proses isotermal bisa dirumuskan sebagai berikut [31].

$$P1 \cdot V1 = P2 \cdot V2 \quad (2.4)$$



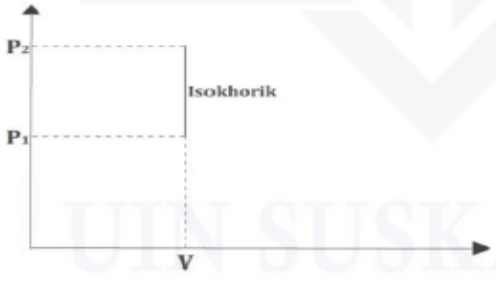
Gambar 2. 10 Grafik Proses Isotermal [31].

2. Proses Isohorik

Proses isokhorik merupakan proses perubahan kondisi termodinamika pada volume konstan. Karena volumenya konstan, maka sistem tidak akan menerima atau menerima pekerjaan dari lingkungannya. Hal ini dapat dirumuskan dengan W = 0. Ini memberikan rumus untuk Hukum I sebagai berikut [31].

Atau

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2.5)$$



Gambar 2. 11 Grafik Proses Isohorik [31].

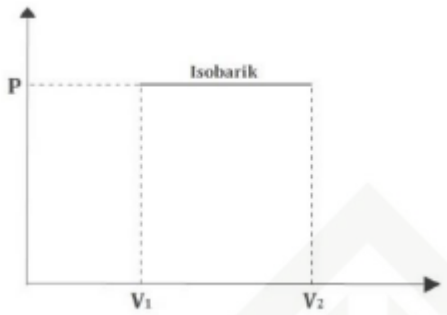
3. Proses Isobarik

Proses ini merujuk kepada pergantian kondisi termodinamika dalam tekanan konstan. Usaha pada proses isobarik (W) bisa diformulasikan bagaikan hasil kali antara tekanan (P) serta pergantian volume (ΔV). Dalam rumus matematika, kita bisa menjabarkan proses

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

isobarik bagaikan berikut [31].

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.\ 6)$$



Gambar 2. 12 Grafik Proses Isobarik [31].

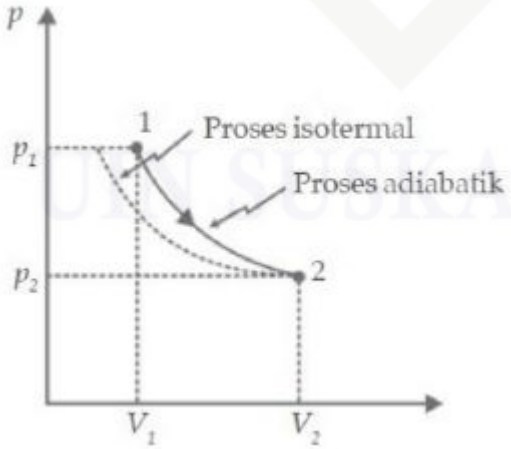
4. Proses Adiabatik

Proses terakhir yaitu proses adiabatik. Proses ini mengacu pada perubahan kondisi termodinamika yang terjadi tanpa perpindahan panas antara sistem dan lingkungannya. Panas sistem yang konstan tidak menyebabkan pertukaran panas di dalam sistem. Dalam matematika, dapat dirumuskan sebagai Q = 0. Dalam Hukum I, proses adiabatik dapat dinyatakan sebagai berikut [31].

$$P_1 \cdot V_1^Y = P_2 \cdot V_2^Y \quad (2.\ 7)$$

Sebagaimana persamaan gas ideal dapat dinyatakan sebagai PV = nRT maka persamaan dapat ditulis:

$$T_1 V^{(Y-1)} = T_2 \cdot V^{(Y-1)} \quad (2.\ 8)$$

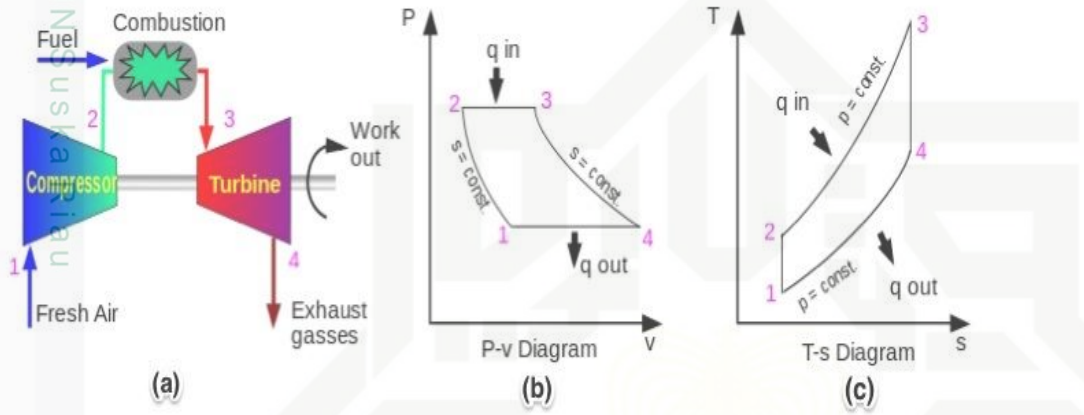


Gambar 2. 13 Grafik Proses Adiabatik [31].

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.

2.10 Siklus Brayton

Siklus Brayton adalah rancangan dasar dari setiap mesin turbin gas. Orang yang pertama kali mengembangkan Siklus termodinamika adalah *John Barber* pada tahun 1791 dan selanjutnya disempurnakan oleh *George Brayton*. Pada awal pemakaian siklus ini, Brayton dan ilmuwan lain mengembangkan mesin *reciprocating* yang digabungkan dengan kompresor [34].



Gambar 2. 14 (a) Skema Siklus Brayton. (b) Diagram P-V (c) Diagram T-S

Siklus Brayton memiliki tiga perangkat utama, yaitu kompresor, ruang bakar, dan turbin. Media kerja dan atmosfer masuk dari sisi inlet kompresor kemudian melewati ruang bakar, melewati turbin, dan keluar lagi dari atmosfer. Fenomena termodinamika yang terjadi pada siklus Brayton ideal adalah sebagai berikut:

1. Proses isentropik - udara sekitar ditarik ke kompresor, di mana ia bertekanan.
2. Proses isobarik - udara terkompresi kemudian mengalir melalui ruang pembakaran, di mana bahan bakar dibakar, memanaskan udara itu - proses tekanan konstan, karena ruang terbuka untuk masuk dan keluar.
3. Proses isentropik - udara bertekanan yang dipanaskan kemudian melepaskan energinya, berkembang melalui turbin (atau serangkaian turbin). Beberapa pekerjaan yang diekstraksi oleh turbin digunakan untuk menggerakkan kompresor.
4. Proses isobarik - penolakan panas (di atmosfer).

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Siklus Brayton yang sebenarnya terdiri dari Proses Adiabatik-kompresi, Proses Isobarik-penambahan panas, Proses Adiabatik-ekspansi, dan Proses Isobarik-Penolakan panas.

1. Tahap Kompresi Isentropik (1-2)

Atmosfer memasuki sistem turbin gas dari sisi masuk kompresor. Kompresor memampatkan udara ke tekanan tertentu, yang pada gilirannya mengurangi volume ruangan. Proses ini disebut proses isentropik karena tidak melibatkan perubahan entropi. Proses ini ditunjukkan oleh angka 12 pada kurva di atas.

Rumus menghitung Efesiensi Kompressor (η_c)

$$\eta_c \frac{W_{CS}}{W_{cs}} \qquad (2.\ 9)$$

Keterangan :

η_c : Efesiensi Kompressor

W_{CS} : Kerja Kompresor Ideal

W_C : Kerja Kompresor Aktual

Kerja Kompresor Ideal (W_{CS}) dan Kerja Kompresor Aktual (W_C) bisa diperoleh menggunakan:

$$Wcs = Cp \cdot (T_{2s} - T_1) \qquad (2.\ 10)$$

Keterangan :

WCs : Kerja Kompresor Ideal

cp : Nilai Kalor Jenis

$T2s$: Temperatur Udara Tekan Ideal

T_1 : Temperatur udara lingkungan

$$Wc = C_p \cdot (T_2 - T_1) \qquad (2.\ 11)$$

Keterangan :

T_2 : Temperatur Udara Tekan

Sebelum melakukan perhitungan pada WCS diperlukan dahulu melakukan perhitungan pada nilai Temperatur Udara Tekan Ideal (T_{2s}). Adapun rumus untuk mencari T_{2s} adalah:

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

$$T_{2s} = T_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (2.\ 12)$$

Keterangan :

T_{2s} : Temperatur Udara Tekanan Ideal

p_1 : Tekanan udara lingkungan

p_2 : Tekanan absolut udara tekan

2. Tahap Pembakaran Isobarik (2-3)

Pada tahap 2-3, udara terkompresi memasuki ruang bakar. Bahan bakar disuntikkan ke ruang bakar dan kemudian bahan bakar terbakar. Energi panas hasil pembakaran diserap oleh udara (Qin), suhu naik, dan volume udara bertambah. Udara yang dihasilkan selama proses pembakaran dapat dengan bebas berekspansi ke sisi-sisi turbin, sehingga tidak terjadi peningkatan tekanan udara pada proses ini. Karena tekanan konstan ini, proses ini disebut isobarik [34]. Proses ini merupakan proses pemasukan panas, yaitu panas spesifik di dalam ruang bakar mencari nilai Panas Masuk Sistem Aktual (qin) dengan cara sebagai berikut:

$$q_{in} = c_p \cdot (T_3 - T_2) \quad (2.\ 13)$$

Keterangan :

q_{in} : Panas masuk sistem aktual

T_3 : Temperatur Ruang Bakar

Sebelum melakukan perhitungan q_{in} diperlukan dahulu melakukan perhitungan pada nilai Temperatur Ruang Bakar (T_3):

$$T_3 = T_2 + \frac{(m \cdot GHV)_{fuel}}{(m \cdot c_p)_{air}} \quad (2.\ 14)$$

Keterangan :

$\dot{m}_{fuel}$: Laju Aliran Bahan Bakar

$\dot{m}_{air}$: Laju Aliran Udara

3. Proses Ekspansi Isentropik (3-4)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menggunakan 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
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

Proses ini terjadi pada udara terkompresi yang sudah menyerap panas pembakaran berekspansi melalui turbin. Bilah turbin, yang berupa nozel kecil, digunakan untuk mengubah energi panas di udara menjadi energi kinetik. Sebagian dari energi ini diubah oleh turbin yang menggerakkan kompresor. Dalam sistem pembangkit listrik turbin gas, beberapa energi diubah oleh turbin menjadi generator. Proses ini merupakan proses kerja turbin. [34].

Rumus Menghitung efisiensi Turbin (n_T)

$$\eta_T = \frac{w_T}{w_{TS}} \qquad (2.\ 15)$$

Keterangan :

η_T : Efisiensi Turbin

w_T : Kerja Turbin Ideal

w_{TS} : Kerja Turbin Aktual

Sebelum melakukan perhitungan pada η_T diperlukan dahulu melakukan perhitungan pada nilai Kerja Turbin Ideal (W_T) dan Kerja Turbin Aktual (W_{TS}). Adapun rumus untuk mencari W_T dan W_{TS} adalah:

$$w_{TS} = c_p \cdot (T_3 - T_{4s}) \qquad (2.\ 16)$$

Keterangan :

W_{TS} : Kerja Turbin Aktual

T_{4s} : Temperatur gas buang ideal

Dan rumus untuk mencari W_T adalah :

$$w_T = c_p \cdot (T_3 - T_4) \qquad (2.\ 17)$$

Keterangan :

W_T : Kerja Turbin ideal

T_4 : Temperatur Gas Buang

Sebelum melakukan perhitungan pada W_{TS} diperlukan dahulu melakukan perhitungan pada Temperature Gas Buang Ideal (T_{4s}). Adapun rumus untuk mencari T_{4s} adalah:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menggutip 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
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

$$T_{4s} = T_3 \cdot \left(\frac{p_4}{p_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (2.\ 18)$$

Keterangan :

T_{4s} : Temperatur gas buang ideal

p_4 : Tekanan udara buang

p_3 : Tekanan udara turbin

4. Proses Pembuangan Gas Isobarik (4-1)

Langkah selanjutnya adalah pembuangan udara ke atmosfer. Dalam siklus Brayton yang ideal, udara yang keluar melalui turbin tersebut sedang menyimpan beberapa energi panas. Panas tersebut diserap oleh udara luar, sehingga sirkuit udara akan masuk kembali ke tahap 1-2.

Cara menghitung Efisiensi Termal Siklus *Brayton* η_{th} :

$$\eta_{th} = \frac{w_{net}}{q_{in}} \quad (2.\ 19)$$

Keterangan :

η_{th} : Efisiensi thermal siklus *brayton*

W_{net} : Kerja bersih aktual

Sebelum melakukan perhitungan untuk mencari efesiensi termal siklus *brayton* dipelukan dahulu mencari nilai Kerja bersih aktual (W_{net}) dengan cara sebagai berikut :

$$W_{net} = (W_T - W_T) \quad (2.\ 20)$$

Sebagaimana pada proses *steady state* tersebut, maka diperoleh :

a. Tahap 1-2 : Kerja kompresor

$$W = Cp \cdot (T_{2s} - T_1) = h_2 - h_1 \quad (2.\ 21)$$

b. Tahap 2-3 Pemasukan panas

$$Q_{RB} = Cp \cdot (T_3 - T_2) = h_3 - h_2 \quad (2.\ 22)$$

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

c. Tahap 3-4 : Kerja turbin

$$W_t = Cp \cdot (T_3 - T_4) = h_3 - h_4 \quad (2.\ 23)$$

d. Kerja netto siklus (W net)

$$W_{net} = W_t - W_k = Cp(T_3 - T_4) - Cp(T_2 - T_1) = (h_3 - h_4) - h_2 - h_1 \quad (2.\ 24)$$

2.11 Software Aspen HYSYS V8.6

Hysys merupakan singkatan dari *Hyphothetical System* (sistem hipotesa), Simulasi proses dapat diartikan sebagai mengubah proses pembuatan suatu bahan ke dalam diagram alir proses (*Process Flow Diagram*) dan menghitung neraca massa dan neraca panas/energi pada masing-masing perangkat. Hal ini dapat digunakan pada simulasi hysys dapat yang merancang beberapa peralatan di 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 menginformasikan input apa yang kurang pada saat penggunanya mendesain suatu proses dan juga langsung memberitahukan apabila ada kesalahan yang terjadi.

Hysys adalah sebuah alat yang terdiri dari banyak *tool-tool* yang disediakan dan dibuat oleh para ahli untuk mempermudah pekerjaan pemodelan alat, aspen hysys diterbitkan oleh *Hyprotech*, sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan *software* dan pengadaan, pada *software hysys* kita dapat membuat desain pabrik beserta *troubleshootingnya* menggunakan model dinamis maupun *steady state*. Aspen hysys dapat memaksimalkan kebutuhan pengguna dengan memberikan hasil dari berbagai opsi *package* pada satu lembar kerja dan juga pada hysys dengan *software* yang bersifat umum dan algoritma alat yang mungkin di hysys belum tersedia sehingga kebutuhan dari pemakai dapat maksimal [35].

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menggutip 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
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

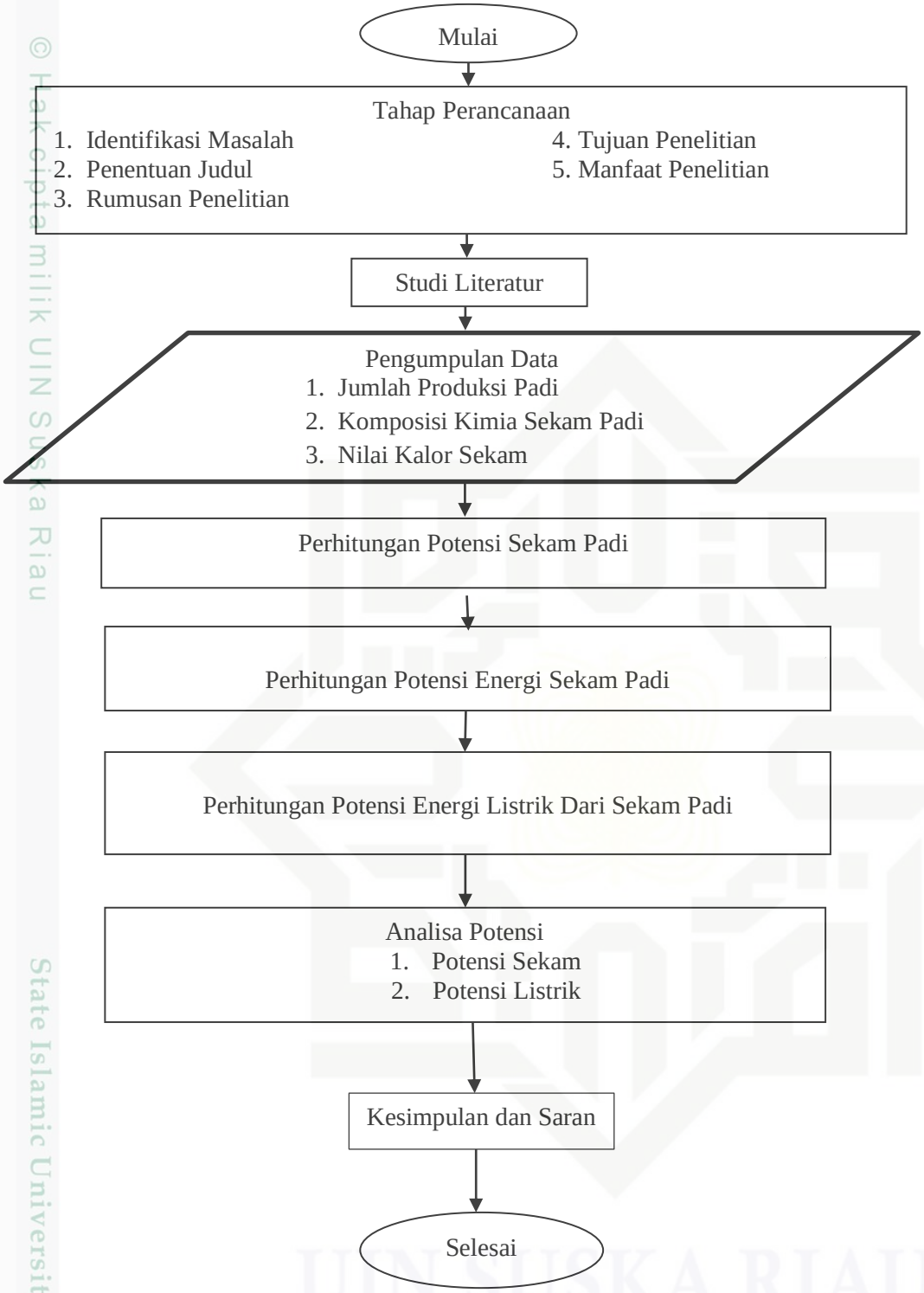
Lokasi penelitian ini berlokasi di Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat tepatnya berada pada koordinat 00º01'34"– 00º28'43" LS dan 99º46'39"–100º32'50" BT. Berikut adalah gambar lokasi penelitian yang di ambil dari *google map*.

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian [36].

3.2 Alur Penelitian

Alur Penelitian dimulai dari tahap perencanaan yaitu dimulai dengan mementukan lokasi penelitian yaitu di Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Setelah menentukan lokasi tempat penelitian selanjutnya yaitu langkah-langkah perencanaan yang terdiri dari identifikasi masalah, *literatur riview*, penentuan topik, tujuan penelitian dan manfaat penelitian. Pada *literatur riview* terkait dengan topik dari penelitian berdasarkan jurnal, buku dan referensi ilmiah lainnya. Langkah berikutnya melakukan pengumpulan data sekam padi berdasaran produksi padi pertahunnya dan data untuk menghitung potensi sekam padi di kabupaten Agam, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan aspek analisis *thermal* energi sekam padi *uotput* berupa massa gas yang disebut syngas yang kemudian dilanjutkan dengan simulasi berbasis *software ASPEN Hysys* V8.6. unutk lebih jelasnya alur penelitian dapat dilihat pada *flow chart* dibawah ini.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU



Gambar 3. 2 Flow Chart Penelitian

3.3 Tahap Perencanaan

3.3.1 Identifikasi Masalah

Sektor utama pemberi kontribusi paling banyak terhadap pembangunan daerah wilayah Kabupaten Agam adalah pertanian. Kapasitas sumber daya lahan pertanian tertinggi adalah sawah dengan luas lahan baku sawah ±.28,537 ha dan lahan pertanian selain sawah mencapai ±.7.047 ha. Dimana ini menunjukan bahwa potensi sekam cukup besar untuk dimanfaatkan menjadi energi alternatif. Kebiasaan Masyarakat yang melakukan Pembakaran Limbah Padi sebagai bentuk penanganan dari limbah pertanian menimbulkan pencemaran bagi lingkungan.

3.3.2 Penentuan Judul

Berdasarkan Permasalahan yang telah diuraikan penulis melakukan penelitian dengan judul "Analisis Potensi Sekam Padi Sebagai Pembangkit Listrik Biomass (PLTBm) di Kabupaten Agam.

3.3.3 Rumusan Penelitian

Adapun rumusan pada penelitian ini adalah menganaisis potensi sumber energi sekam padi di Kabupaten Agam, kemudian tahapan selanjutnya yaitu menganalisis potensi energi listrik yang dihasilkan sekam padi sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm).

3.3.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah menghitung dan menganalisis potensi sumber energi sekam padi di Kabupaten Agam Sumatera Barat dilanjutkan dengan menghitung dan menganalisis potensi energi listrik yang dihasilkan sekam padi sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga bioassa (PLTBm).

3.3.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini secara akademis adalah sebagai tambahan pengetahuan pada penelitian yang berkaitan dengan PLTBm system khususnya daerah terpencil yang belum teraliri jaringan distribusi PLN. Selain itu juga menjadi pengetahuan tambahan dalam perhitungan potensi khususnya pada potensi energi biomassa dari sekam padi. Kemudian manfaat penelitian ini bagi masyarakat dan pemerintah Kabupaten Agam adalah sebagai referensi alternatif dalam upaya mengatasi permasalahan Limbah Pertanian

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

pada daerah tersebut dan sedikit banyaknya dapat menjadi acuan jika diwaktu yang akan ada upaya pemerintah untuk memanfaatkan potensi energi biomassa dari sekam padi pada Kabupaten Agam.

3.4 Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian ini, penulis melakukan studi literatur dengan mencari referensi berdasarkan penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya. Penulis mencari referensi melalui internet yang merujuk pada jurnal-jurnal nasional dan internasional, buku, dan sumber-sumber ilmiah lainnya.

3.5 Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang tidak didapatkan langsung dari subjek penelitian yang mana didapatkan dari pihak-pihak tertentu yang mana telah diolah oleh pihak tersebut terlebih dahulu dapat berupa laporan, arsip atau jurnal. Data-data Sekunder yang dikumpulkan berupa data Total Produksi Padi, *Proxymate* dan *Ultimate* Sekam Padi dan Data Nilai Kalor Sekam Padi. Adapun data sekunder yang diperlukan sebagai berikut.

3.5.1 Data Total Produksi Padi 2019-2020

Data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatra Barat. Data sekunder yang dihasilkan berupa data produksi padi Kabupaten Agam dari tahun 2015-2019. Tabel di bawah ini menunjukkan data sekunder produksi padi selama lima tahun terakhir.

Tabel 4.1. Data Produksi Padi Kabupaten Agam Tahun 2015-2019 [8].

Kabupaten	Produksi Padi (ton-GKG)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Kab. Agam	372.414	405.578	178.557	160.888	171.537

Berdasarkan Tabel 4.1, data produksi padi pada tahun 2016-2020 berfluktuatif dalam trend menurun, berdasarkan data BPS terbaru produksi padi pada tahun 2016-2020 mencatatkan penurunan produksi padi. Data ini perlu ditelaah lebih jelas lagi dengan periode antara tahun 2016-2017 dan 2018-2019 serta tahun terakhir 2020. Produksi padi cenderung meningkat dari tahun 2016-2017 dan menurun dari tahun 2018-2019. Kecenderungan turunnya produksi menjadi salah satu penyebab banjir di beberapa daerah, hama dan luas panen padi yang menurun.

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Akan tetapi pada tahun 2017 dan 2018-2020 terjadi perbedaan data produksi padi yang sangat jauh untuk tiap tahunnya. Sebagai contoh pada tahun 2017 dan 2018 perbedaan data produksi padi sekitar 47% dan hal tersebut tidak mungkin disebabkan hanya karena faktor luas panen padi yang menurun. Salah satu kemungkinan yang dapat terjadi dipengaruhi oleh perbedaan data. Hal ini dikuatkan dengan siaran berita yang menyatakan bahwa beberapa tahun terakhir pencapaian produksi padi di Sumbar sebesar 3 juta ton. Namun untuk tahun 2021 ini Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Sumbar menyatakan pencapaian produksi padi hanya sebesar 1,5 juta ton. Alasan diturunkannya target produksi padi adalah adanya perbedaan hitungan dasar antara Dinas Tanaman Pangan Hortikultura dan Perkebunan Sumbar dengan Badan Pusat Statistik (BPS) soal produksi padi.

3.5.2 Analisa Proximate dan Ultimate sekam padi perkilonya

Metode Mendapatkan data kandungan biomassa sekam padi diperoleh dari sumber Jurnal.

Tabel 3. 1 Kandungan Biomassa Sekam Padi perkilo [12].

Proximate Ultimate	Nilai
C	55,4 %
H	20,1 %
N	11,3 %
O	13,2 %
CH_4	1,8 %
HHV	5059,23 KJ/K
LHV	1819,23 % KJ/Kg
Density	617 Kg/m^3
Konversi Karbon	62 %

3.5.3 Nilai Kalor Sekam Padi

Kandungan dari sekam padi cukup luar biasa untuk digunakan sebagai energi terbarukan dan dikonversi menjadi energi apa saja, dan dalam hal ini dikonversi menjadi Energi Listrik. Dalam proses Gasifikasi Sekam Padi selain disebabkan oleh kandungan gas yang cukup banyak namun juga dipicu oleh kandungan nilai kalor yang cukup besar dari gas-gas tersebut. Bahkan nilai kalor dalam sekam padi adalah nilai kalor terbesar

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

dibandingkan dengan bagian lain dalam tanaman padi lainnya. Tabel berikut memperlihatkan komposisi Energi Kalor dalam tanaman padi, data didapatkan dari jurnal.

Tabel 3. 2 Nilai Kalor Sekam Padi [12].

Limbah Biomassa		Kalor Jenis (kKal/Kg)
Padi	Sekam	3300
	Jerami	2800
	Merang	3200

3.6 Perhitungan Potensi

3.6.1 Perhitungan Potensi Energi Sekam Padi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan potensi energi sekam padi berdasarkan parameter penting dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa yaitu:

1. Total Potensi Sekam

   Total Potensi Sekam Padi didapatkan berdasarkan total produksi padi berupa gabah kering giling, sekam inilah yang nanti akan diolah menjadi bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm) dengan menggunakan persamaan (2.1).

2. *Fuel Cunsumption Rate* (FCR)

   Merupakan kadar takaran penggunaan bahan bakar yang operasinya dilaksanakan di dalam tempat pembakaran, dalam sistem operasinya Sekam padi dijadikan sebagai bahan bakar untuk diambil gas H2CO nya untuk menghitung nilai FCR menggunakan persamaan (2.2).

3. Massa Jenis Campuran Kimia

   Merupakan Massa Jenis yang berasal dari zat kimia yang terdapat dalam Sekam padi, pada di Tabel 3.2 untuk melihat persentase per Kilogramnya. Lalu untuk mencari jenis campuran kimia menggunakan persamaan (2.3).

4. Massa Gas Hasil Gasifikasi

   Massa gas hasil gasifikasi dikenal dengan sebutan *Msyngas* merupakan *output* dari hasil Gasifikasi yang telah dipanaskan dan dikalikan dengan Massa Campuran kimia sekam untuk diselaraskann dengan kadar Kimia sebelum dan sesudah proses Gasifikasi, untuk mencari Massa gas hasil gasifikasi menggunakan persamaan (2.4).

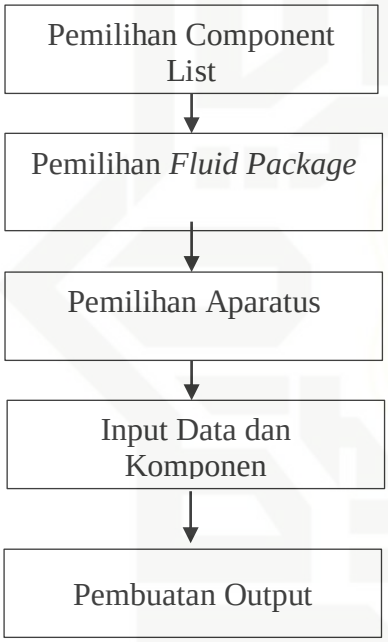
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
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.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

5. Efisiensi Gasifikasi

Merupakan kadar efisiensi berdasarkan LHV dan HHV yang dijumlahkan dengan Massa Total dari *Syngas* dan Massa total Biomassa yang digunakan. Menggunakan persamaan (2.5)

3.6.2 Perhitungan Potensi Energi Listrik Sekam Padi

Hasil dari potensi sekam ini akan didapatkan nilai kalor dan efisiensi gasifikasi. Potensi kajian listrik pada penelitian ini menggunakan siklus udara termodinamika yaitu Siklus *Brayton* dengan bantuan *software Aspen Hysys*. Hasil dari potensi energi listrik pada penelitian ini yaitu daya pembangkitan, energi listrik dan efisiensi pembangkitan, Tahapan dalam menjalankan *software* ini dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3. 3 *Flowchart software Aspen Hysys*

Tahapan perhitungan pada software *aspen hysys* terdapat 4 tahapan yaitu:

1. Pemilihan Component List

   Pemilihan *Component List* merupakan komponen dari oksigen, komponen bahan bakar akan digunakan pada proses simulasinya

2. Pemilihan *Fluid Package*

Fluid Package pada simulasi ini menggunakan *Peng Robinson*

3. Pemilihan Aparatus

   Pemilihan Aparatus dalam software ASPEN Hysys disesuaikan dengan skema dari

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

sistem siklus Brayton yang secara sederhanan terdiri dari kompresor, reaktor dan turbin gas.

a. Sistem kompresor

Udara atmosfer masuk ke dalam sistem turbin gas melalui sisi inlet kompresor. Oleh kompresor, udara dikompresikan sampai tekanan tertentu diikuti dengan volume ruang yang menyempit. Proses ini tidak diikuti dengan perubahan entropi, sehingga disebut proses isentropik..

b. Reaktor

ruang bakar (*combustion chamber*) tempat terjadinya pembakaran dan pada pemodelan dinyatakan dengan penukar kalor (*heat exchanger*). udara bertekanan masuk ke ruang bakar. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar, dilanjutkan dengan proses pembakaran bahan bakar tersebut. Energi panas dari pembakaran diserap oleh udara (qin), meningkatkan suhu , dan menambah volume udara. Proses ini tidak mengalami kenaikan tekanan udara, karena udara hasil proses pembakaran bebas berekspansi ke sisi turbin. Karena tekanan yang konstan inilah maka proses ini disebut isobarik.

c. Turbin Gas Generator

Komponen ketiga adalah turbin gas yang berfungsi menurunkan tekanan dan menghasilkan kerja berupa putaran poros yang terhubung dengan generator.

4. Pembuatan output

Hasil yang akan diperoleh dari *software* ASPEN *HYSYS* yaitu daya/energi listrik dari sistem berdasarkan potensi ketersedian biomassa, propertis termodinamika keluaran (entalpi) serta aliran massa (*mass flow*).

3.7 Analisis Potensi

Pada analisis aspek teknis terdapat 2 parameter yaitu berdasarkan potensi sekam padi dan potensi listrik dari sekam padi.

3.7.1 Analisis Potensi Sekam Padi

Analisis potensi sekam padi berdasarkan perhitungan total potensi sekam pada persamaan (2.1) dengan inputnya pada Tabel 3.1. Tahap selanjutnya adalah kadar tingkatan konsumsi bahan bakar pada persamaan (2.2), selanjutnya adalah mencari Massa Syngas darisekam padi dengan persamaan (2.3), yang nanti merupakan input dari massa gas hasil gasifikasi dengan persamaan (2.4), tahapan selanjutnya adalah mencari produksi syngas berdasarkan produksi biomassa berupa sekam pada persamaan (2.5) dilanjutkan dengan

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang memfotokopi 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 Sultan Syarif Kasim Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

mencari nilai kalor dari Msyngas pada persamaan (2.6). yang nantinya syngas tersebut akan dilanjutkan pada proses simulasi.

3.7.2 Analisis Potensi Energi Listrik

Hasil dari kajian potensi ini akan mendapatkan nilai kalor dan efisiensi gasifikasi yang nanti akan dilakukan pada Potensi kajian listrik menggunakan siklus udara termodinamika yaitu Siklus *Brayton.* Udara dihisap masuk ke kompresor dan dimampatkan. Udara bertekanan tinggi dialirkan ke ruang bakar dimana *fuel* dibakar pada tekanan konstan. Gas hasil pembakaran (P dan T tinggi) mengalir ke turbin, berekspansi dan menghasilkan daya Daya. Agar lebih mudah tahapan ini dilakukan dengan bantuan *software Aspen Hysys.* Hasil dari potensi energi listrik pada penelitian ini yaitu daya pembangkitan energi listrik.

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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 V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa potensi sekam padi sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomass (PLTBm) di Kabupaten Agam yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Potensi sekam padi di Kabupaten Agam menghasilkan 2016-2020 berpotensi menghasilkan sekam berturut-turut sebesar 74.482 ton, 81.115 ton, 35.711 ton, 32.117 ton dan 34.314 ton sekam padi. Hasil sekam padi ber fluktuasi disebabkan karena Salah satu hal yang dapat terjadi disebabkan oleh diturunkannya target produksi panen padi pada Provinsi Sumatera Barat, dan dikarenakan adanya perbedaan data

2. Dari potensi sekam yang dihasilkan di Kabupaten Agam periode tahun 2016-2020 didapatkan total potensi energi dalam bentuk *snygas* berturut turut sebesar 64.358 ton, 70.089 ton, 30.857 ton, 27.751 ton dan 29.650 ton, dengan nilai kalor berturut turut 117.078 Mj, 127.508 Mj, 59.190 Mj, 56.135 Mj dan 56.875 Mj. Potensi energi ini bergantung pada potensi sekam padi.

3. Total potensi energi listrik yang dihasilkan dari total syngas dari proses gasifikasi sekam padi pada tahun 2016-2020 berturut turut sebesar 8101 kW, 8497 kW, 5090 kW, 4771 kW dan 4967 kW. kecenderungan turunnya sejalan dengan turun nya total potensi dari sekam yang dihasilkan, karna pada potensi listrik sekam padi sangat bergantung kepada produksi energi sekam padi.

5.2 Saran

Penulis menyarankan agar penelitian ini dapat dilanjutkan oleh mahasiswa Teknik Elektro khususnya oleh mahasiswa Teknik Elektro UIN SUSKA Riau, adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebegai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mensimulasikan gas hasil gasifikasi sekam padi berbasis software atau berbasis lab.

2. Disarankan untuk menganalisis apakah potensi dari limbah sekam padi ini layak untuk dibangun pembangkit listrik, maka perlu dilakukan kajian studi kelayakannya.

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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

DAFTAR PUSTAKA

[1] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Out Look 2019," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.

[2] K. Siregar and Sholihati, "RANCANG BANGUN MESIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA (PLTBm) PADA DAERAH TERISOLASI DARI JARINGAN LISTRIK PT . PLN (Persero) DI INDONESIA MELALUI APLIKASI TAR WET SCRUBBER," no. September, 2017.

[3] A. L. Belakang, "12.40.0211 Febri Setyadi - BAB I."

[4] N. A. Adistia, R. A. Nurdiansyah, J. Fariko, V. Vincent, and J. W. Simatupang, "Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 105, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i2.9107.

[5] T. I. N. D. Siswati, "Energi Alternatif Melalui Konversi Thermal," vol. 12, no. 1, pp. 117–122, 2012.

[6] Y. Zalfiatri and Kunaifi, "Potensi energi teoritis dan teknis dari limbah biomassa di pekanbaru," no. January 2016, pp. 138–149, 2016.

[7] H. (Universitas P. Thaheer, S. (Universitas M. B. Hasibuan, and A. (Universitas D. Ma'ruf, "Kajian Strategi Pengembangan Investasi Energi Alternatif Di Indonesia," *War. Kebijak. Iptek Manaj. Litbang*, vol. 9, no. 1, pp. 41–58, 2011.

[8] "BPS Provinsi SUMBAR," 2020, [Online]. Available: https://sumbar.bps.go.id/pressrelease/2021/03/01/959/pada-2020--luas-panen-padi-di-sumatera-barat-sebesar-295-66-ribu-hektar-dengan-produksi-sebesar-1-387-juta-ton-gkg.html

[9] D. Mufti and F. K. Jafri, "Potensi Briket Arang Berbahan Sekam Sebagai Energi Alternatif," no. November, pp. 371–377, 2015.

[10] *Pasal 4 Undang-Undang No 18 Tahun 2008 tentang pengolahan Limbah Pertanian*. 2008.

[11] H. Alwan, "GASIFIKASI BIOMASSA MENGGUNAKAN PENDEKATAN KESETIMBANGAN TERMODINAMIKA STOIKIOMETRIS DALAM MEMPREDIKSI GAS PRODUSER 1 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa," *J. Integr. Proses*, vol. 8, no. 1, pp. 31–38, 2019.

[12] U. F. Al-afifi, Erdin Syam, and Elvin Piter, "Perhitungan Potensi Energi Listrik Pada Sekam Padi Melalui Metode Gasifikasi," *SainETIn*, vol. 4, no. 2, pp. 48–56, 2021, doi: 10.31849/sainetin.v4i2.4329.

[13] M. Rumbayan, "Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Alternatif Untuk Membangkitkan Energi Listrik," 2018.

[14] U. S. Utara, "Universitas sumatera utara," 2019.

[15] P. N. Lhokseumawe, K. Pengantar, rahayu deny danar dan alvi furwanti Alwie, A. B. Prasetio, and R. Andespa, "Tugas Akhir Tugas Akhir," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1*

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

Maret201, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2010.

[16] "Makalah_Termodinamika_Material."

[17] Y. J. Lewerissa, "Analisis Energi Pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Dengan Cycle Tempo," *J. Voering*, vol. 3, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.32531/jvoe.v3i1.85.

[18] "Pemerintah Kabupaten Agam." https://www.agamkab.go.id/agamkab/profil

[19] "Peta Geografi Agam." https://www.arcgis.com/apps/Embed/index.html?webmap=7f8dabc1aae2420ba471aeee52f1e241&extent=99.439,-0.6351,100.8754,0.1257&home=true&zoom=true&scale=true&search=true&searchextent=true&details=true&legendlayers=true&active_panel=legend&basemap_gallery=true

[20] "Kabupaten Agam." http://p2k.itbu.ac.id/id3/3064-2950/Kabupaten-Agam_28187_unaki_p2k-itbu.html

[21] S. Yokoyama, "Buku Panduan Biomassa Asia: Panduan untuk Produksi dan Pemanfaatan Biomassa.," *Japan Inst. Energy*, 2008, [Online]. Available: http://www.jie.or.jp/biomass/AsiaBiomassHandbook/Indonesian/All_I.pdf

[22] B. P. dan P. Pertanian, "Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif dalam Rumah Tangga Petani," pp. 5–7, 2009.

[23] Aqueous Solutions, "Fabricating a 200 L Biomass Gasifier for Making Enhanced Water Filter Biochar," 2010, [Online]. Available: http://www.aqsolutions.org/?page_id=927

[24] A. Gide, *済無No Title No Title No Title*. 1967.

[25] A. K. Rajvanshi, "Biomass gasification in: Alternative Energy in Agriculture," *Altern. Energy Agric.*, vol. 2, no. 4, pp. 83–102, 1986.

[26] A. T. Belonio, "Rice Husk Gas Stove Handbook," *Bioenergylists.Org*, p. 155, 2005, [Online]. Available: http://bioenergylists.org/stovesdoc/Belonio/Belonio_gasifier.pdf

[27] T. Golden, B. Reed, and A. Das, "Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems," *SERI . U.S. Dep. Energy*, no. March, p. 148, 1988.

[28] S. Herodian, "PELUANG DAN TANTANGAN lNDUSTRl BERBASlS HASIL SAMPING PENGOLAXAN," *PELUANG DAN TANTANGAN lNDUSTRl BERBASlS Has. SAMPING PENGOLAXAN PADI*.

[29] S. Widianto, "ANALISA NlLAI KALOR PENGUJIAN BAHAN BAKAR BIOMASSA TERHADAP KORELASI HHV," 2017.

[30] M. Ir.Kasma Iwari, "Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian SUMBAR," 2020.

[31] N. F. and F. Khoiris, "'modul termodinamika,'" *semarang Media dan Bahan Ajar Fis. Pendidik. Fis. Fak. Pendidik. Mat. Ilmu Pengetah. Alam dan Teknol. Inf. Univ. PGRI Semarang*, 2017.

[32] M. A. Subati, "BUANG PLTG DENGAN MENGGUNAKAN COMBINE CYCLE

UIN SUSKA RIAU

oleh :," 2019.

[33] P. M. C. P. and P. C. W. Somerton, *Schaum's Outline of Thermodynamics for Engineers 4th Edition,*.

[34] A. Teknologi, "Prinsip Kerja Siklus Brayton." https://artikel-teknologi.com/siklus-brayton/

[35] R. Novendra, "Analisis Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) (Studi Kasus: TPA Muara Fajar Pekanbaru)," 2021, [Online]. Available: http://repository.uin-suska.ac.id/46565/

[36] Google Map, "Kabupaten Agam." https://www.google.com/maps/place/Agam+Regency,+West+Sumatra/@-0.2305361,99.9989548,63745m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x2fd56c8d40d57539:0x3039d80b220cd70!8m2!3d-0.2209392!4d100.1703257!5m1!1e4

[37] T. Udjianto, T. Sasono, and B. P. Manunggal, "POTENSI SEKAM PADI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PLTBm DI SUMATERA BARAT," *J. Tek. Energi*, vol. 11, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: 10.35313/energi.v11i1.3499.

[38] M. C. Ekwonu, S. Perry, and E. A. Oyedoh, "Modelling and simulation of gas engines using aspen HYSYS," *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–4, 2013, doi: 10.25103/jestr.063.01.

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN A

HASIL PERHITUNGAN POTENSI SEKAM PADI PER TAHUN KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT

3. Total Potensi Limbah Sekam Padi Tahun 2017

   $RH = RP \times C_E$

   $RH = 405.578 \times 20\%$

   $RH = 81.115\ ton/tahun$

2. Total Potensi Limbah Sekam Padi Tahun 2018

   $RH = RP \times C_E$

   $RH = 178.557 \times 20\%$

   $RH = 35.711\ ton/tahun$

3. Total Potensi Limbah Sekam Padi Tahun 2019

   $RH = RP \times C_E$

   $RH = 160.888 \times 20\%$

   $RH = 32.117\ ton/tahun$

4. Total Potensi Limbah Sekam Padi Tahun 2020

   $RH = RP \times C_E$

   $RH = 171.537 \times 20\%$

   $RH = 34.314\ ton/tahun$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN B

HASIL PERHITUNGAN POTENSI ENERGI SEKAM PADI PER TAHUN KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT

1. Hasil perhitungan energi sekam padi Kabupaten Agam tahun 2016

Tahapan awal mencari Massa jenis campuran kimia dari sekam padi

a. Massa Jenis Campuran Kimia

$$\rho Mix = (\rho C \times \%C) + (\rho H \times \%H) + (\rho N \times \%N) + (\rho CH4 \times CH4)$$

$$\rho Mix = (1{,}25 \times 55{,}4\,\%) + (0{,}09 \times 20{,}01\%) + (1{,}25 \times 11.3\%) + (0{,}6 \times 1{,}8\%)$$

$$= 0{,}6925 + 0{,}01809 + 0{,}14125 + 0{,}01244$$

$$= 0{,}86408$$

Tahapan selanjutnya adalah mencari produksi syngas berdasarkan produksi biomassa berupa sekam menggunakan perhitungan (2.3).

b. Massa Gas Hasil Gasifikasi

$$\text{Msyngas 2016} = \rho Mix \times Produksi\ Sekam\ Padi$$

$$= 0{,}86408 \times 74482\ Ton$$

$$= 64.358 \text{ Ton/Year}$$

Setelah didapat massa gas hasil gasifikasi selanjutnya menghitung nilai kalor gas gasifikasi menggunakan persamaan (2.4). Hasil perhitungan untuk Kabupaten Agam untuk tahun 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah.

c. Nilai Kalor Msyngas

$$\text{Msyngas 2016} = Msyngas \times LHV$$

$$= 64.358 \times 1918{,}23$$

$$= 117.078{,}3 \text{ Mj/Year}$$

2. Hasil perhitungan energi sekam padi Kabupaten Agam tahun 2017

Tahapan awal mencari Massa jenis campuran kimia dari sekam padi

a. Massa Jenis Campuran Kimia

$$\rho Mix = (\rho C \times \%C) + (\rho H \times \%H) + (\rho N \times \%N) + (\rho CH4 \times CH4)$$

$$\rho Mix = (1{,}25 \times 55{,}4\,\%) + (0{,}09 \times 20{,}01\%) + (1{,}25 \times 11.3\%) + (0{,}6 \times 1{,}8\%)$$

$$= 0{,}6925 + 0{,}01809 + 0{,}14125 + 0{,}01244$$

$$= 0{,}86408$$

UIN SUSKA RIAU

Tahapan selanjutnya adalah mencari produksi syngas berdasarkan produksi biomassa berupa sekam menggunakan perhitungan (2.3).

b. Massa Gas Hasil Gasifikasi

Msyngas 2017 $= \rho Mix \times Produksi\ Sekam\ Padi$

$= 0{,}86408 \times 81.115\ Ton$

= 70.089 Ton/Year

Setelah didapat massa gas hasil gasifikasi selanjutnya menghitung nilai kalor gas gasifikasi menggunakan persamaan (2.4). Hasil perhitungan untuk Kabupaten Agam untuk tahun 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah.

c. Nilai Kalor Msyngas

Msyngas 2017 $= Msyngas \times LHV$

$= 70.089 \times 1918{,}23$

= 127.508 Mj/Year

3. Hasil perhitungan energi sekam padi Kabupaten Agam tahun 2018

Tahapan awal mencari Massa jenis campuran kimia dari sekam padi

a. Massa Jenis Campuran Kimia

$\rho Mix = (\rho C \times \%C) + (\rho H \times \%H) + (\rho N \times \%N) + (\rho CH4 \times CH4)$

$\rho Mix = (1{,}25 \times 55{,}4\ \%) + (0{,}09 \times 20{,}01\%) + (1{,}25 \times 11.3\%) + (0{,}6 \times 1{,}8\%)$

$= 0{,}6925 + 0{,}01809 + 0{,}14125 + 0{,}01244$

= 0,86408

Tahapan selanjutnya adalah mencari produksi syngas berdasarkan produksi biomassa berupa sekam menggunakan perhitungan (2.3).

b. Massa Gas Hasil Gasifikasi

Msyngas 2018 $= \rho Mix \times Produksi\ Sekam\ Padi$

$= 0{,}86408 \times 35.711\ Ton$

= 30.857 Ton/Year

Setelah didapat massa gas hasil gasifikasi selanjutnya menghitung nilai kalor gas gasifikasi menggunakan persamaan (2.4). Hasil perhitungan untuk Kabupaten Agam untuk tahun 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah.

4. Nilai Kalor Msyngas

Msyngas 2018 $= Msyngas \times LHV$

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

= 30.857 × 1918,23

= 59.190 Mj/Year

5. Hasil perhitungan energi sekam padi Kabupaten Agam tahun 2018

Tahapan awal mencari Massa jenis campuran kimia dari sekam padi

a. Massa Jenis Campuran Kimia

$\rho Mix = (\rho C \times \%C) + (\rho H \times \%H) + (\rho N \times \%N) + (\rho CH4 \times CH4)$

$\rho Mix = (1{,}25 \times 55{,}4\ \%) + (0{,}09 \times 20{,}01\%) + (1{,}25 \times 11.3\%) + (0{,}6 \times 1{,}8\%)$

$= 0{,}6925 + 0{,}01809 + 0{,}14125 + 0{,}01244$

= 0,86408

Tahapan selanjutnya adalah mencari produksi syngas berdasarkan produksi biomassa berupa sekam menggunakan perhitungan (2.3).

b. Massa Gas Hasil Gasifikasi

Msyngas 2019 = $\rho Mix \times Produksi\ Sekam\ Padi$

= 0,86408 × 32.117 Ton

= 27.751 Ton/Year

Setelah didapat massa gas hasil gasifikasi selanjutnya menghitung nilai kalor gas gasifikasi menggunakan persamaan (2.4). Hasil perhitungan untuk Kabupaten Agam untuk tahun 2016 dapat dilihat pada tabel dibawah.

6. Nilai Kalor Msyngas

Msyngas 2019 = $Msyngas \times LHV$

= 27.751 × 1918,23

= 56.135,9 Mj/Year

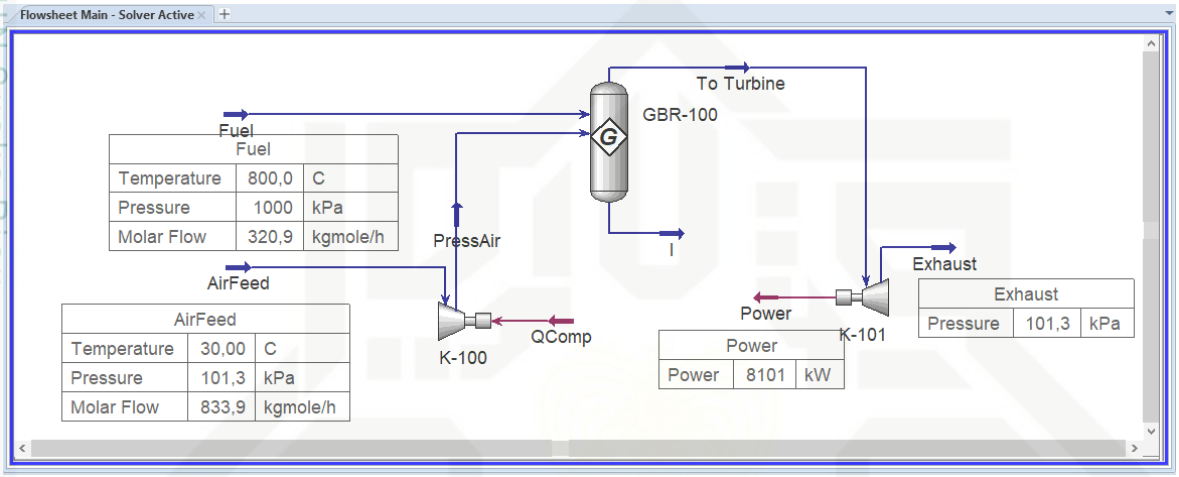
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

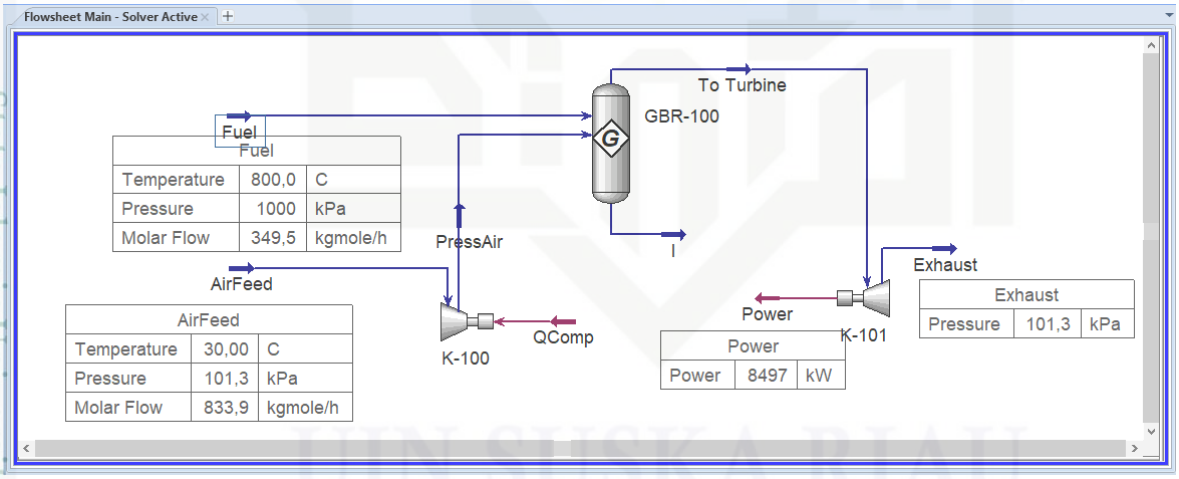
LAMPIRAN C

SKEMA HASIL SIMULASI POTENSI ENERGI LISTRIK SEKAM PADI PERTAHUN KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT

1. Skema Hasil Simulasi Potensi Energi Listrik Sekam Padi Tahun 2016

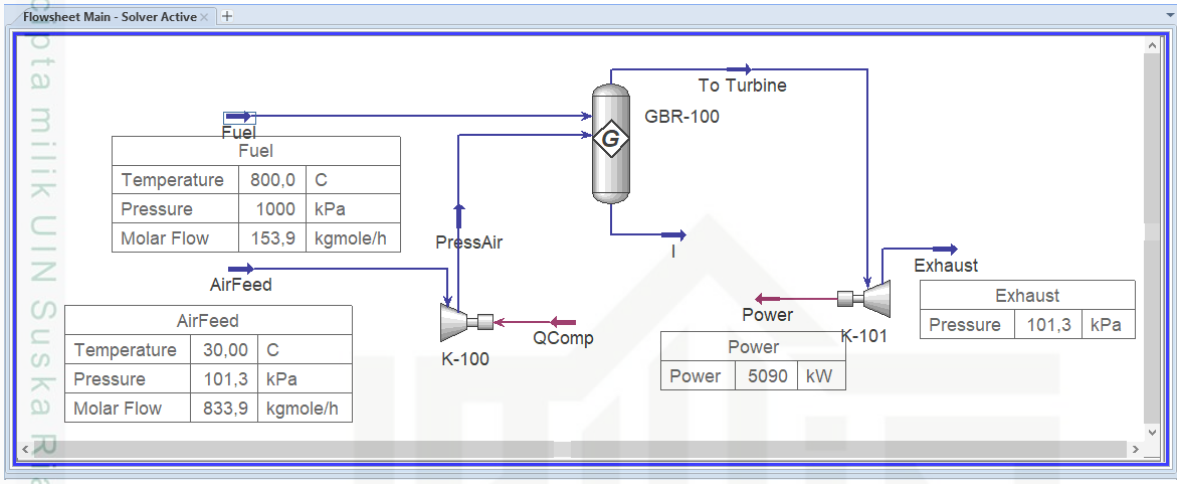


2. Skema Hasil Simulasi Potensi Energi Listrik Sekam Padi Tahun 2017

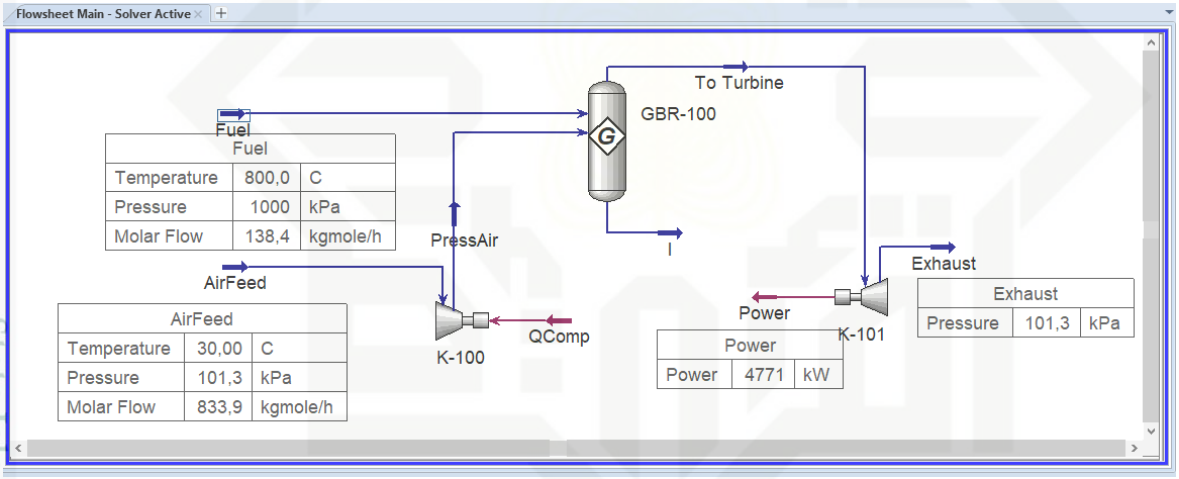


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan 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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

3. Skema Hasil Simulasi Potensi Energi Listrik Sekam Padi Tahun 2018



4. Skema Hasil Simulasi Potensi Energi Listrik Sekam Padi Tahun 2019



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.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

LAMPIRAN D

TABEL PROPERTIS FLUIDA DAN DAYA PADA KOMPONEN PLTBM SEKAM PADI

1. Tabel Propertis Fluide dan Daya pada Komponen PLTBM Sekam Padi Tahun 2016

No	Aparatus	Output			
		Tekanan (kPa)	Temperatur (^{0} C)	Molar Flow (kgmole/h)	Daya (kW/h)
1	Air Feed	101,3	30	833.9	-
2	Fuel Gas	1000	800	320,9	-
3	Kompresor	942,3	365,2	833.9	2565
3	Reaktor	1000	2131	1042	
4	Turbin Generator	-	-	-	8101

2. Tabel Propertis Fluide dan Daya pada Komponen PLTBM Sekam Padi Tahun 2017

No	Aparatus	Output			
		Tekanan (kPa)	Temperatur (^{0} C)	Molar Flow (kgmole/h)	Daya (kW/h)
1	Air Feed	101,3	30	833.9	-
2	Fuel Gas	1000	800	349,5	-
3	Kompresor	942,3	365,2	833.9	2565
3	Reaktor	1000	2187	1063	
4	Turbin Generator	-	-	-	8497

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 milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

3. Tabel Propertis Fluide dan Daya pada Komponen PLTBM Sekam Padi Tahun 2018

No	Aparatus	Output			
		Tekanan (kPa)	Temperatur (^{0} C)	Molar Flow (kgmole/h)	Daya (kW/h)
1	Air Feed	101,3	30	833.9	-
2	Fuel Gas	1000	800	153,9	-
3	Kompresor	942,3	365,2	833.9	2565
3	Reaktor	1000	1475	931,3	
4	Turbin Generator	-	-	-	5090

4. Tabel Propertis Fluide dan Daya pada Komponen PLTBM Sekam Padi Tahun 2019

No	Aparatus	Output			
		Tekanan (kPa)	Temperatur (^{0} C)	Molar Flow (kgmole/h)	Daya (kW/h)
1	Air Feed	101,3	30	833.9	-
2	Fuel Gas	1000	800	138,4	-
3	Kompresor	942,3	365,2	833.9	2565
3	Reaktor	1000	1389	921,5	
4	Turbin Generator	-	-	-	4771

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

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 Milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Afdaniel Hakim lahir pada tanggal 5 Mei 1999 sebagai anak kedua dari Bujang dan Zulfa Melita dengan jumlah saudara sebanyak 3 saudara. Beralamat di Jl. Alhamra Ujung RT. 003 RW.005 Kelurahan Duri Timur, Kabupaten Bengkalis, Duri Riau, 28784. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN 74 Balai Makam dan lulus pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Mandau dan lulus pada tahun 2014, selanjutnya melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 8 Mandau dan lulus pada tahun 2017. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dengan Jurusan Teknik Elektro dan lulus pada tahun 2022 dengan IPK 3,40.

Dengan karunia Allah SWT, ketekunan serta motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir ini mampu memberikan manfaat dan kontribusi untuk siapa saja yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis megucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah *Ta'ala* atas terselesaikannya tugas akhir ini yang berjudul **"Analisis Potensi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Biomass (PLTBM) Di Kabupaten Agam".**

No. HP : 082386211571

Email : 11750514908@students.uin-suska.ac.id