



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG
LNGACADEMY

**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PENYERAPAN PANAS
YANG HILANG PADA WASTE BURNER MENGGUNAKAN KONVERSI
UAP AIR BERTEKANAN MENJADI PENGGERAK TURBIN SEBAGAI
PENGHASIL DAYA LISTRIK**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :
Mpu Alit
NIM. 1902322006

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

PROGRAM PENDIDIKAN D-III KELAS KERJA SAMA

LNG ACADEMY – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Badak LNG
LNGACADEMY

**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PENYERAPAN PANAS
YANG HILANG PADA WASTE BURNER MENGGUNAKAN KONVERSI
UAP AIR BERTEKANAN MENJADI PENGGERAK TURBIN SEBAGAI
PENGHASIL DAYA LISTRIK**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan

Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi

Di Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Mpu Alit

NIM. 1902322006

PROGRAM PENDIDIKAN D-III KELAS KERJA SAMA

LNG ACADEMY – POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PENYERAPAN PANAS
YANG HILANG PADA WASTE BURNER MENGGUNAKAN KONVERSI
UAP AIR BERTEKANAN MENJADI PENGGERAK TURBIN SEBAGAI
PENGHASIL DAYA LISTRIK**

Oleh:

Mpu Alit

NIM. 1902322006

Program Studi Diploma Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Haolia Rahman, S.T., MT.

NIP. 198406122012121001

Pembimbing 2

Ir. Muhammad Silvano Ibrahim
Aiwan, S.T., I.P.M.

NIP. 133106

Ketua Program Studi

Diploma Teknik Konversi Energi

Yuli Matendo Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.

NIP. 199403092019031013



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PENYERAPAN PANAS
YANG HILANG PADA WASTE BURNER MENGGUNAKAN KONVERSI
UAP AIR BERTEKANAN MENJADI PENGGERAK TURBIN SEBAGAI
PENGHASIL DAYA LISTRIK

Oleh:

Mpu Alit

NIM. 1902322006

Program Studi Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 29 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.	Penguji 1 (PNJ)		29-08-2022
2.	Ronggo Ahmad W. S.T., M.T.	Penguji 2 (Badak LNG)		29-08-2022

Bontang, 29 Agustus 2022

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mpu Alit

NIM : 1902322006

Program Studi : Teknik Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 29 Agustus 2022



Mpu Alit

NIM. 1902322006



Hak Cipta :

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

PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PENYERAPAN PANAS YANG HILANG PADA WASTE BURNER MENGGUNAKAN KONVERSI UAP AIR BERTEKANAN MENJADI PENGGERAK TURBIN SEBAGAI PENGHASIL DAYA LISTRIK

Mpu Alit¹⁾, Haolia Rahman²⁾, Muhammad Silvano Ibrahim Aiwan³⁾

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

PT. Badak NGL, Bontang – Kalimantan Timur, 75324

Email: mpualit@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan sampah kertas berupa dokumen *confidential* yang seharusnya dimusnahkan secara terkontrol untuk mencegah tersebarnya data perusahaan menjadi hal yang perlu diperhatikan. Pemusnahan sampah kertas menggunakan insinerator menjadi solusi penanganan sampah jenis ini. Untuk itu, pada studi ini dilakukan perancangan sistem waste burner untuk mengatasi masalah tersebut. Di lain sisi, panas buang dari sistem waste burner dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin. Pada penelitian ini, penulis melakukan uji beberapa parameter pada air umpan boiler, produk steam, dan gas buang. Selain itu, penulis juga melakukan optimasi proses dengan variasi bukaan valve yang mempengaruhi laju alir dan tekanan operasi yang kemudian menghasilkan daya output sampai ditemukan korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat ini. Sebagai tambahan, penulis melakukan perhitungan efisiensi termal boiler dan efisiensi pembakaran insinerator. Pada percobaan ini didapatkan bahwasanya nilai daya optimal didapatkan ketika nilai bukaan valve sebesar 40,714 %, tekanan inlet (10 barg), dan laju alir sebesar 0,886 (gram/s) yang menghasilkan daya sebesar 421,011 (J/s) serta daya aktual 37 (J/s). Dari segi efisiensi termal didapatkan nilai efisiensi menggunakan metode direct sebesar 46,474 % dan untuk metode indirect sebesar 41,267 %. Sedangkan untuk efisiensi pembakaran insinerator sebesar 84,467 % dengan laju pembakaran sebesar 16,538 kg/jam.

Kata kunci: *Insinerator, Steam Generator, Bukaan Valve, Daya Turbin Uap*



Hak Cipta :

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

**SYSTEM DESIGN AND OPTIMIZATION OF HEAT LOST ON WASTE
BURNER USING CONVERSION OF PRESSURED WATER STEAM TO
TURBINE DRIVE AS ELECTRICITY PRODUCER**

Mpu Alit¹⁾, Haolia Rahman²⁾, Muhammad Silvano Ibrahim Aiwan³⁾

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

PT. Badak NGL, Bontang – Kalimantan Timur, 75324

Email: mpualit@gmail.com

ABSTRACT

The problem of paper waste in the form of confidential documents that should be destroyed in a controlled manner to prevent the spread of company data is something that needs to be considered. Destruction of paper waste using an incinerator is a solution for handling this type of waste. For this reason, in this study, a waste burner system was designed to overcome this problem. On the other hand, the waste heat from the waste burner system can be used as a turbine drive. In this study, the authors tested several parameters on boiler feed water, product steam, and flue gas. In addition, the author also optimizes the process by varying the valve opening that affects the flow rate and operating pressure which then produces output power until a correlation is found between the independent variable and the dependent variable. In addition, the authors calculate the thermal efficiency of the boiler and the combustion efficiency of the incinerator. In this experiment, it was found that the optimal power value is obtained when the valve opening value is 40,714 %, inlet pressure (10 barg), and flow rate is 0.886 (gram/s) which produces 421.011 (J/s) power with 37 (J/s) actual power. In terms of thermal efficiency, the efficiency value using the direct method is 46.474% and for the indirect method it is 41,267 %. Meanwhile, the efficiency of the incinerator combustion is 84.467% with a combustion rate of 16.538 kg/hour.

Keywords: *Incinerator, Steam Generator, Valve Opening, Steam Turbine Power*



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem dan Optimasi Penyerapan Panas yang Hilang Pada Waste Burner Menggunakan Konversi Uap Air Bertekanan Menjadi Penggerak Turbin Sebagai Penghasil Daya Listrik”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma-III program studi teknik konversi energi, jurusan teknik mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Johan Anindhito Indriawan selaku Direktur LNG Academy PT Badak NGL.
3. Bapak Haolia Rahman, S.T., MT.PhD. selaku Dosen Pembimbing dari Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Muhammad Silvano Ibrahim Aiwan, S.T., I.P.M selaku Dosen Pembimbing dari PT Badak NGL yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Muhammad Arief Setiawan, S.T., M.T., I.P.M selaku Ketua Jurusan konsentrasi Pengolahan Gas yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh pekerja MHE, Instrument Section, Lab&EC Section, dan MPTA Section yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir penulis.
7. Kakak tingkat LNG Academy di berbagai seksi yang telah membantu kelancaran tugas akhir penulis.
8. Pihak-pihak yang berasal dari PNJ dan PT Badak NGL yang membantu penyelesaian tugas akhir ini yang tidak penulis sebutkan satu persatu.

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

9. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
10. Teman–teman LNG Academy angkatan IX yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
11. Adik tingkat LNG Academy angkatan X yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis sangat menyadari betapa banyak kesalahan dan kekurangan yang mungkin ada pada laporan ini. Oleh karena itu, jika pembaca memiliki pesan dan saran mohon disampaikan kepada penulis sebagai rujukan bagi penulis dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca yang telah meluangkan waktunya untuk membaca laporan ini dan berharap laporan yang disusun ini dapat bermanfaat bagi pembaca juga bagi penulis dan bagi ilmu pengetahuan.

Bontang, 28 Agustus 2022

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Penulis



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Objek	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Insinerator	5
2.1.1 Pengertian Insinerator	5
2.1.2 Kehilangan Panas pada Alat Insinerator	5
2.2 Proses Pembakaran	7
2.2.1. Definisi Pembakaran	7
2.2.2 Pembakaran Stokiometrik	8
2.2.3 Residu Pembakaran	8
2.3 Bahan Bakar	8
2.3.1 Definisi Bahan Bakar	8
2.3.2 Nilai Kalor	9
2.3.3 Biodiesel	9
2.3.4 Pengaruh Variasi Sampah Pada Proses Pembakaran	11
2.4 Udara	13
2.4.1 Pengertian Udara	13
2.4.2 Udara Sebagai Salah Satu Faktor Utama Pembakaran	13



Hak Cipta :

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

2.5 Proses Ekstraksi Energi dari Sampah	14
2.6 Kalor	15
2.6.1 Kalor Sensibel.....	15
2.6.2 Kalor Laten.....	16
2.6.3 Perpindahan Panas	16
2.7 Proses Konversi Energi	23
2.8 Sistem Waste to Energy.....	24
2.9 Siklus Rankine.....	25
2.10 Peralatan Penyusun Sistem	28
2.10.1 Boiler atau Steam Generator	28
2.10.2 Generator.....	35
2.10.3 Turbin Uap	36
2.10.4 Ruang Bakar Insinerator	37
2.10.5 Superheater	38
2.11 Fluida yang Bekerja.....	38
2.11.1 Air.....	38
2.11.2 Uap Air.....	42
2.11.3 Entalpi.....	42
2.11.4 Flue Gas	42
2.12 State Of The Art.....	43
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Diagram Alir.....	45
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	45
3.3 Metode Penyelesaian Masalah	47
3.3.1 Uji Feed Water	47
3.3.2 Eksperimen Menggunakan beberapa Variabel Operasi	59
3.4 Analisis.....	61
3.4.1 Analisis Kualitatif	61
3.4.2 Analisis Kuantitatif.....	63
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....	67
4.1 Hasil Perancangan Proses	67
4.2 Analisis Parameter Proses.....	71
4.2.1 Analisis Air Umpan Boiler	71



Hak Cipta :

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

4.2.2 Analisis Produk Steam.....	71
4.2.3 Analisis Flue Gas.....	72
4.3 Operasi Optimum Turbin Uap.....	73
4.3.1 Hubungan Buka-an Valve Terhadap Pressure Steam.....	74
4.3.2 Hubungan Buka-an Valve Terhadap Flow Rate.....	75
4.3.3 Hubungan Tekanan Terhadap Daya yang Dihasilkan.....	76
4.3.4 Hubungan Laju Alir Massa Terhadap Daya yang Dihasilkan.....	77
4.3.5 Hubungan Buka-an Valve Terhadap Daya yang Dihasilkan.....	78
4.4 Efisiensi Thermal.....	78
4.4.1 Efisiensi Boiler.....	78
4.4.1.1 Metode Langsung (Direct).....	78
4.4.1.2 Metode Tidak Langsung (Indirect).....	80
4.4.2 Efisiensi Insinerator.....	83
BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	88
Lampiran A Peralatan Penunjang Penelitian.....	90
Lampiran B Tabel Referensi Data.....	93
Lampiran C Parameter Emisi Pembakaran.....	94
Lampiran D Uji Laboratorium.....	95
Lampiran E Gambar Teknik Alat.....	97
Lampiran F TRA.....	100
BIODATA MAHASISWA.....	103



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar SNI Untuk Biodiesel SNI 7182:2012	10
Tabel 2. 2 Perbandingan Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel Terhadap Solar.....	11
Tabel 2. 3 Ultimate Analysis Biodiesel	11
Tabel 2. 4 Ultimate analysis untuk kertas	12
Tabel 2. 5 Proximate analysis untuk kertas.....	12
Tabel 2. 6 Sifat Fisik Air.....	38
Tabel 2. 7 Standar air umpan IS10392,1982.....	40
Tabel 2. 8 Standar air umpan IS10392,1982.....	41
Tabel 2. 9 Permen LHK RI nomor 70 tahun 2016 tentang baku mutu emisi usaha dan/atau kegiatan pengolahan sampah secara thermal.	43
Tabel 4. 1 Data Parameter Perancangan Operasi	70
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Air Umpan Boiler.....	71
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Produk Steam	71
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Flue gas.....	72
Tabel 4. 5 Data Percobaan Optimasi Kondisi Operasi Turbin Uap	73
Tabel 4. 6 Hasil Optimasi Daya Turbin Uap.....	73
Tabel 4. 7 Data Perhitungan Efisiensi Termal Metode Langsung (Direct).....	79
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Efisiensi Termal Metode Langsung (Direct).....	79
Tabel 4. 9 Data Perhitungan Efisiensi Termal Metode Tidak Langsung (Indirect).....	80
Tabel 4. 10 Data Perhitungan Perpindahan Panas	81
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Konveksi Internal	81
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Konduksi Dinding	81
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Konduktivitas Insulasi.....	82
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Konveksi Eksternal	82
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Radiasi.....	82
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Heat Loss.....	83
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Efisiensi Termal Metode Tidak Langsung (Indirect).....	83
Tabel 4. 18 Data Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar	84

Hak Cipta :

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



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kehilangan Panas Dalam Tungku (Rosmaini, 2014)	6
Gambar 2. 2 Nilai Kalor Pada Berbagai Jenis Sampah (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, 2018)	12
Gambar 2. 3 Metode Ekstraksi Energi Sampah	15
Gambar 2. 4 Kalor yang Dibutuhkan Air Dalam Setiap Perubahan Fase	16
Gambar 2. 5 Tabel korelasi natural-convection oleh (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,2013).....	20
Gambar 2. 6 Skema resistansi thermal (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,2013).....	22
Gambar 2. 7 Contoh Sistem Konversi Energi Sampah Menjadi Listrik Menggunakan Siklus Rankine	24
Gambar 2. 8 Skema Proses WtE	24
Gambar 2. 9 Skema Siklus Rankine.....	25
Gambar 2. 10 Boiler Pipa Api.....	28
Gambar 2. 11 Boiler Pipa Air	29
Gambar 2. 12 Boiler dengan Pembakaran di Dalam.....	30
Gambar 2. 13 Boiler dengan Pembakaran di Luar	30
Gambar 2. 14 Boiler dengan Lorong Tunggal	31
Gambar 2. 15 Boiler dengan Lorong Ganda	31
Gambar 2. 16 Boiler Tegak.....	31
Gambar 2. 17 Boiler Mendatar	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 3. 2 Proses Flow Diagram	59
Gambar 4. 1 Hasil Keseluruhan Alat	67
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Bukaannya Valve Terhadap Pressure Steam	74
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Bukaannya Valve Terhadap Laju Alir steam	75
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Daya yang Dihasilkan	76
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Laju Alir Massa Terhadap Daya yang Dihasilkan	77
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Bukaannya Valve Terhadap Daya Yang Dihasilkan.....	78

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK) pada tahun 2020, Indonesia menghasilkan 34,5 juta ton sampah pertahunnya dan 12% di antaranya merupakan sampah kertas/karton. Dari angka tersebut, 43% nya masih belum terkelola dan menjadi limbah yang merusak lingkungan. Apabila ditinjau dari potensi kandungan kalor yang tersimpan pada pembakaran sampah kertas, maka akan didapatkan nilai energi sebesar 26 juta MJ dalam satu tahunnya. Dengan adanya potensi ini, maka sampah kertas menjadi salah satu pilihan bahan bakar yang tepat di dalam *waste to energy concept*.

Permasalahan sampah kertas berupa dokumen *confidential* yang seharusnya dimusnahkan secara terkontrol untuk mencegah tersebarnya data perusahaan menjadi hal yang perlu diperhatikan. Pada *Corporate Communication Department* Badak LNG misalnya, terdapat 1-3 kg sampah kertas yang diproduksi per hari nya. Dokumen ini secara berkala dalam program 6 bulan-an harus dimusnahkan. Badak LNG melalui program CSR-nya bekerja sama dengan mahasiswa LNG Academy dalam membantu melakukan pengembangan alat pembakar sampah atau insinerator non-industrial untuk menangani permasalahan sampah ini.

Pada kesempatan lain pun mengingat kebijakan Badak LNG terkait limbah domestik seperti limbah *waste cooking oil* (WCO) yang diproses menjadi biodiesel oleh Nursery Badak LNG, mendorong penulis untuk mengangkat topik pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar waste burner ini. Selain karena ketersediaannya yang dapat digunakan untuk masyarakat di kota Bontang, biodiesel juga menghasilkan emisi yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan oli bekas.

Pada pembakar sampah dengan kapasitas tinggi umumnya membutuhkan blower sebagai pemasok udara untuk bahan bakarnya,



Hak Cipta :

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

sedangkan pembakar sampah yang akan ditempatkan di remote area dengan keterbatasan sumber listrik tentu akan kesulitan apabila membutuhkan sumber listrik untuk blower dari mini insinerator konvensional. Oleh karena itu pengembangan ide dengan pemanfaatan steam menggunakan teknologi steam ejector menjadi salah satu opsi pada desain dari waste burner ini sebagai pendorong dari api dan untuk menarik uap bahan bakar yang berada pada ruang bakar.

Selain sebagai pendorong dari api, steam yang disalurkan menuju stack pada hilir dari aliran flue gas juga berperan sebagai scrubber untuk menangkap fly ash dari hasil pembakaran sampah yang dapat keluar ke lingkungan. Adapun pengembangan dari waste burner ini ialah dengan mengutilisasi heatloss yang ada sebagai boiler untuk memutar *steam turbine* sebagai penggerak dari generator.

Berdasarkan beberapa hal di atas, penulis mengajukan tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem dan Optimasi Panas yang Hilang Pada Waste Burner Menggunakan Konversi Uap Air Bertekanan Menjadi Penggerak Turbin Sebagai Penghasil Daya Listrik”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem untuk menghasilkan uap bertekanan melalui pemanfaatan panas yang hilang pada dinding tungku insinerator sampah?
2. Bagaimana analisis parameter operasi untuk menghasilkan uap bertekanan melalui pemanfaatan panas yang hilang pada dinding tungku insinerator sampah?
3. Bagaimana pengaruh bukaan valve terhadap nilai tekanan, laju alir, dan daya keluaran uap bertekanan?
4. Bagaimana perhitungan nilai efisiensi boiler menggunakan metode *direct* dan *indirect*?



Hak Cipta :

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

1.3 Tujuan

1. Merancang sistem untuk menghasilkan uap bertekanan melalui pemanfaatan panas yang hilang pada dinding tungku insinerator sampah.
2. Menganalisis parameter operasi untuk menghasilkan uap bertekanan melalui pemanfaatan panas yang hilang pada dinding tungku insinerator sampah mencakup *uji feed water*, uji produk uap, dan uji gas buang.
3. Mengetahui pengaruh bukaan valve terhadap nilai tekanan sistem, laju alir, dan daya keluaran uap bertekanan.
4. Mengetahui nilai efisiensi boiler menggunakan metode *direct* dan *indirect*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada proses pemanfaatan panas yang hilang menjadi produk uap bertekanan sebagai penggerak turbin menghasilkan daya listrik.
2. Penanganan emisi gas buang bukan merupakan bagian dari penelitian ini.
3. Perancangan mini plant proses pemanfaatan panas yang hilang menjadi uap bertekanan sebagai pemutar turbin menghasilkan daya listrik.
4. Parameter desain yang dianalisis yaitu variasi bukaan valve.
5. Sampah yang dimusnahkan merupakan sampah kertas kering.
6. Tugas Akhir ini tidak membahas masalah keekonomian.
7. Tugas Akhir ini tidak membahas mengenai design dan perancangan fabrikasi alat, pengelasan (*welding*) yang digunakan serta material alat.
8. Siklus yang dipilih merupakan siklus terbuka dan pembakaran sampah dilakukan secara kontinyu sampai terakumulasi 15 kg sampah.



Hak Cipta :

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

1.5 Lokasi Objek

Lokasi objek Tugas Akhir berada di Workshop LNG Academy dan Bengkel Induk PT Badak NGL, Bontang, Kalimantan Timur.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

BAB I menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, lokasi objek tugas akhir, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan proposal tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II menguraikan studi pustaka atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

BAB III METODE PELAKSAAN

BAB III menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini terdapat hasil dan analisis data, perhitungan-perhitungan aktual yang diperoleh dari analisis, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini memaparkan kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan/penelitian. Isi kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir disertai saran – saran atau opini yang berkaitan dengan tugas akhir.



BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada akhir penelitian, peneliti berhasil membuat unit sistem penyerapan panas yang hilang pada waste burner menggunakan konversi uap bertekanan sebagai penggerak turbin untuk menghasilkan daya listrik. Siklus sistem yang dipakai dalam penelitian ini adalah siklus terbuka, dimana steam keluaran turbin tidak akan dimasukkan kembali ke dalam boiler. Peralatan utama yang dipakai dalam sistem waste burner hybrid steam generator sebagai penghasil uap bertekanan untuk menghasilkan daya listrik yaitu boiler, insinerator, *superheater coil*, turbin, dan generator. Sedangkan, alat penunjang terdiri atas instrumentasi (*pressure indicator*, *temperature indicator*, dan flowmeter), sistem kontrol bukaan valve, aki, dan valve

Pada proses pretreatment awal, air AC yang akan digunakan sebagai umpan boiler memenuhi spesifikasi air umpan boiler. Adapun tidak perlu untuk dilakukan treatment tambahan berupa menaikkan nilai pH karena kandungan deposit di dalamnya sangat kecil. Produk steam yang dihasilkan memiliki puritas yang tinggi sehingga memenuhi standar spesifikasi air boiler. Pada sisi flue gas, ketika *running* kosong didapatkan hasil bahwasanya parameter yang diuji berada di bawah nilai baku mutu pembakaran sampah domestik oleh Permen LHK no 70 tahun 2016. Pada saat dilakukan *full running* didapatkan hasil bahwasanya nilai SO₂ melebihi ambang batas baku mutu sehingga penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya memberikan treatment pengolahan SO₂ berlebih ini.

Pada analisis hubungan bukaan valve dan daya didapatkan grafik berbentuk kurva dengan titik optimal. Daya keluaran turbin uap dipengaruhi oleh nilai laju alir dan perbedaan *enthalpy* pada inlet dan outlet turbin. Dimana nilai *enthalpy* bergantung pada tekanan dan temperatur fluida penggerak yang mengalir pada sistem kerja. Sehingga daya turbin akan bergantung pada nilai tekanan steam. Seiring meningkatnya nilai bukaan valve maka nilai laju alir juga akan meningkat. Hal ini berbanding terbalik pada nilai tekanan, meningkatnya nilai bukaan valve

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

akan menurunkan nilai tekanan fluida penggerak yang berujung menurunnya nilai perbedaan *enthalpy* sistem. Nilai perubahan tekanan memiliki pengaruh yang lebih besar daripada nilai laju alir massa. Hal ini dikarenakan pada grafik yang disajikan pada gambar 4.4, pada steam yang bertekanan tinggi menghasilkan fluktuasi peningkatan nilai daya lebih dibandingkan dengan parameter laju alir massa yang disajikan pada gambar 4.5.

Titik puncak pada grafik yang disajikan oleh gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 nilai optimal keseluruhan sistem. Pada percobaan ini didapatkan bahwasanya nilai daya optimal diperoleh ketika nilai bukaan valve sebesar 2850 (step), tekanan inlet (10 bar), dan laju alir sebesar 0,886 (gram/s) yang menghasilkan daya sebesar 421,011 (J/s). Dari segi efisiensi termal didapatkan nilai efisiensi menggunakan metode direct sebesar 46,474% dan untuk metode indirect sebesar 53,294%. Sedangkan untuk efisiensi pembakaran insinerator sebesar 84,467 % dengan laju pembakaran sebesar 16,538 kg/jam.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan oleh peneliti selanjutnya antara lain :

1. Penulis menyarankan untuk membuat sistem pada alat ini menjadi siklus tertutup dengan menambahkan peralatan seperti pompa dan kondenser untuk meningkatkan efisiensi proses.
2. Penulis menyarankan melakukan uji tekanan (pneumatic test) pada superheater coil yang dilewati oleh uap bertekanan untuk mencegah kebocoran terjadi selama proses berlangsung.
3. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan pengambilan data *ultimate* dan *proximate analysis* bahan bakar secara mandiri untuk mendapatkan hasil yang lebih terpercaya.
4. Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan treatment penurunan nilai SO₂ pada gas buang. Adapun beberapa cara untuk mengurangi emisi SO₂ ini adalah dengan melakukan injeksi batu kapur (*limestone*) pada boiler ataupun dengan penggunaan teknologi *flue gas desulphurization*.

5. Penulis menyarankan penelitian selanjutnya untuk mengolah abu hasil pembakaran menjadi produk samping yang bermanfaat seperti sebagai campuran pembuatan *paving block*.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2013). *2013 ASHRAE handbook: Fundamentals*.
- AqshaBiyana, Sarwoko, MasIr., M.Sc., & KurniawanEkkiS.T., M.Sc., (2015). Realisasi Pembangkit Listrik Mini Tenaga Sampah. *e-Proceeding of Engineering: Vol.2*, 1942-1948.
- Arismunandar, W. (2004). *Penggerak Mula Turbin*. 44.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7182 : 2012. *Standar Nasional Indonesia untuk Biodiesel*, hal. 86.
- Borman, G. L., & Ragland, K. W. (1988). *Combustion Engineering*. McGraw-Hill International Edition.
- Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India. (2005). *Boilers*. 27-54.
- Cengel, Yunus A. (2008). *Thermodynamics : an engineering approach*. Boston : McGraw-Hill Higher Education
- DELTAWAY. (2018, Agustus). *DELTAWAY Energy*. Diambil kembali dari DELTAWAY Waste and Biomass Power Plant Design and Operation: <https://deltawayenergy.com/2018/08/waste-to-energy-how-it-works/>
- EECA Business. (2010). *Energy Efficiency Best Practice Guide Steam Systems, Hot Water Systems and Process Heating Systems*. 3-59.
- Fan, Jiajun et al. (2014). Low-temperature microwave-assisted pyrolysis of waste office paper and the application of bio-oil as an AI adhesive. *Green Chemistry*.
- Kristyawan. (2021). Update on waste reduction performance by waste to energy incineration pilot plant PLTSA Bantargebang operations. Jakarta: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.3, No. 1 Januari 2002 : 17-23
- Michael E. Hanyak, J. (2010). Diambil kembali dari http://www.departments.bucknell.edu/chem_eng/cheg200/CinChE_Manual/Ch05/examples/excess_air.pdf
- Miskah, S., Apriani, R., & Miranda, D. (2017). PENGARUH WAKTU REAKSI DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KONVERSI BIODIESEL DARI LEMAK AYAM DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI. *Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 23*, 57-66.
- Moran, M. J., & Shapiro, H. N. (2005). *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. USA: John Wiley and Sons.

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Morgan, Michael. J. (2006). *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. John Wiley and Sons. Inc.

Muin, Syamsir A.(1988). *Pesawat-Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap)*. Jakarta: Rajawali Pers.

Mulud, Teguh H & Wahyono.(2015). Pengaruh Excess Air Terhadap Flue Gas di PLTU Tanjung Jati B Unit 2. *Jurnal Teknik Energi Vol 11 No.3*.

Nahar, Gaurav et al. (2015). Feasibility of hidrogen production from steam reforming of biodiesel (FAME) feedstock on ni-supported catalysts. *Applied Catalysis B:Enviromental*.

Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. (2018). *Pengantar Konversi Energi Thermal. Modul Pengantar Konversi Energi Thermal dengan Teknologi WtE*, 53.

Rosmaini. (2014). Rancang Bangun Alat Insinerator untuk Pembakaran Limbah Infeksius Menggunakan Metode Primary and Secondary Chamber. 5-37.

Syukrillah,Muhammada et al.(2019). Analisis Perhitungan Efisiensi Energi di Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) PT.Harjohn Timber Kubu Raya.*Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*.

TansaSalmawaty, AsmaraPBambang, TolagoIAde, & MohamadYasin. (2019). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)*, 241-243.

The American Society of Mechanical Engineers. (2008). *Fired Steam Generators Performance Test Codes, ASME PTC 4- 2008 (Revision of ASME PTC 4-1998)*.





Trot, A., & Welch, T. (2000). *Refrigeration and Air-Conditioning*. Woburn: Butterworth-Heinemann.

WuryantiSri. (2016). *Perpindahan Panas*. Bandung: JBPTPOLBAN.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran A Peralatan Penunjang Penelitian

No	Gambar	Keterangan
1		Furnace & Superheater Coil
2		Steam generator
3		Insinerator
4		Turbin Uap menggunakan Turbocharger

Hak Cipta :






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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



5		Generator
6		Gate valve
7		Flowmeter
8		Pressure Indicator
9		Temperature Indicator



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

10		Keseluruhan Alat
11		Pengoperasian alat

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Lampiran B Tabel Referensi Data

(Continued)

T °C	h s				h s				
	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg · K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg · K	
<i>p</i> = 5.0 bar = 0.50 MPa (<i>T</i> _{sat} = 151.86°C)				<i>p</i> = 7.0 bar = 0.70 MPa (<i>T</i> _{sat} = 164.97°C)					
Sat.	0.3749	2561.2	2748.7	6.8213	0.2729	2572.5	2763.5	6.7080	
180	0.4045	2609.7	2812.0	6.9656	0.2847	2599.8	2799.1	6.7880	
200	0.4249	2642.9	2855.4	7.0592	0.2999	2634.8	2844.8	6.8865	
240	0.4646	2707.6	2939.9	7.2307	0.3292	2701.8	2932.2	7.0641	
280	0.5034	2771.2	3022.9	7.3865	0.3574	2766.9	3017.1	7.2233	
320	0.5416	2834.7	3105.6	7.5308	0.3852	2831.3	3100.9	7.3697	
360	0.5796	2898.7	3188.4	7.6660	0.4126	2895.8	3184.7	7.5063	
400	0.6173	2963.2	3271.9	7.7938	0.4397	2960.9	3268.7	7.6350	
440	0.6548	3028.6	3356.0	7.9152	0.4667	3026.6	3353.3	7.7571	
500	0.7109	3128.4	3483.9	8.0873	0.5070	3126.8	3481.7	7.9299	
600	0.8041	3299.6	3701.7	8.3522	0.5738	3298.5	3700.2	8.1956	
700	0.8969	3477.5	3925.9	8.5952	0.6403	3476.6	3924.8	8.4391	
<i>p</i> = 10.0 bar = 1.0 MPa (<i>T</i> _{sat} = 179.94°C)				<i>p</i> = 15.0 bar = 1.5 MPa (<i>T</i> _{sat} = 198.32°C)					
Sat.	0.1944	2583.6	2778.1	6.5865	0.1318	2594.5	2792.2	6.4448	
200	0.2060	2621.9	2827.9	6.6940	0.1325	2598.1	2796.8	6.4546	
240	0.2275	2692.9	2920.4	6.8817	0.1483	2676.9	2899.3	6.6628	
280	0.2480	2760.2	3008.2	7.0465	0.1627	2748.6	2992.7	6.8381	
320	0.2678	2826.1	3093.9	7.1962	0.1765	2817.1	3081.9	6.9938	
360	0.2873	2891.6	3178.9	7.3349	0.1899	2884.4	3169.2	7.1363	
400	0.3066	2957.3	3263.9	7.4651	0.2030	2951.3	3255.8	7.2690	
440	0.3257	3023.6	3349.3	7.5883	0.2160	3018.5	3342.5	7.3940	
500	0.3541	3124.4	3478.5	7.7622	0.2352	3120.3	3473.1	7.5698	
540	0.3729	3192.6	3565.6	7.8720	0.2478	3189.1	3560.9	7.6805	
600	0.4011	3296.8	3697.9	8.0290	0.2668	3293.9	3694.0	7.8385	
640	0.4198	3367.4	3787.2	8.1290	0.2793	3364.8	3783.8	7.9391	

Lampiran 1 Data Superheated Steam

TABLE A.4 Continued

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
Oxygen (O₂) (continued)							
350	1.100	0.929	233.5	21.23	29.6	29.0	0.733
400	0.9620	0.942	258.2	26.84	33.0	36.4	0.737
450	0.8554	0.956	281.4	32.90	36.3	44.4	0.741
500	0.7698	0.972	303.3	39.40	41.2	55.1	0.716
550	0.6998	0.988	324.0	46.30	44.1	63.8	0.726
600	0.6414	1.003	343.7	53.59	47.3	73.5	0.729
700	0.5498	1.031	380.8	69.26	52.8	93.1	0.744
800	0.4810	1.054	415.2	86.32	58.9	116	0.743
900	0.4275	1.074	447.2	104.6	64.9	141	0.740
1000	0.3848	1.090	477.0	124.0	71.0	169	0.733
1100	0.3498	1.103	505.5	144.5	75.8	196	0.736
1200	0.3206	1.115	532.5	166.1	81.9	229	0.725
1300	0.2960	1.125	588.4	188.6	87.1	262	0.721
Water Vapor (Steam)							
380	0.5863	2.060	127.1	21.68	24.6	20.4	1.06
400	0.5542	2.014	134.4	24.25	26.1	23.4	1.04
450	0.4902	1.980	152.5	31.11	29.9	30.8	1.01
500	0.4405	1.985	170.4	38.68	33.9	38.8	0.998
550	0.4005	1.997	188.4	47.04	37.9	47.4	0.993
600	0.3652	2.026	206.7	56.60	42.2	57.0	0.993
650	0.3380	2.056	224.7	66.48	46.4	66.8	0.996
700	0.3140	2.085	242.6	77.26	50.5	77.1	1.00
750	0.2931	2.119	260.4	88.84	54.9	88.4	1.00
800	0.2739	2.152	278.6	101.7	59.2	100	1.01
850	0.2579	2.186	296.9	115.1	63.7	113	1.02

*Adapted from References 8, 14, and 15.

Lampiran 2 Data Properties Steam

- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran C Parameter Emisi Pembakaran

No	Gambar	Keterangan
1		Uji Flue Gas
2		Hasil Uji Flue Gas
3		Abu Pembakaran

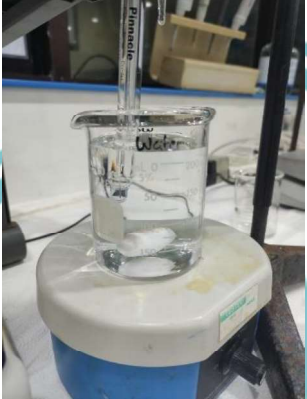


Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran D Uji Laboratorium

No	Gambar	Keterangan
1		Uji pH
2		Uji Kesadahan
3		Uji Fosfat

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

4		Uji Silika												
5	<table border="1" data-bbox="657 756 941 934"> <thead> <tr> <th>Sample IDs</th> <th>Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>11.38 $\mu\text{S/cm}$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11.40 $\mu\text{S/cm}$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11.41 $\mu\text{S/cm}$</td> </tr> </tbody> </table>	Sample IDs	Result	1	11.38 $\mu\text{S/cm}$	2	11.40 $\mu\text{S/cm}$	3	11.41 $\mu\text{S/cm}$	Uji Konduktivitas				
Sample IDs	Result													
1	11.38 $\mu\text{S/cm}$													
2	11.40 $\mu\text{S/cm}$													
3	11.41 $\mu\text{S/cm}$													
6	<table border="1" data-bbox="657 1039 941 1249"> <thead> <tr> <th>Sample IDs</th> <th>Result</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0000 mg</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.0000 mg</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.0000 mg</td> </tr> </tbody> </table>	Sample IDs	Result	1	0.0000 mg	2	0.0000 mg	3	0.0000 mg	Uji TDS				
Sample IDs	Result													
1	0.0000 mg													
2	0.0000 mg													
3	0.0000 mg													
7	<table border="1" data-bbox="657 1270 1015 1596"> <thead> <tr> <th>Sample ID</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.070</td> <td>0.070</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.070</td> <td>0.070</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.070</td> <td>0.070</td> </tr> </tbody> </table>	Sample ID	Cu	Fe	1	0.070	0.070	2	0.070	0.070	3	0.070	0.070	Uji kandungan Cu dan Fe
Sample ID	Cu	Fe												
1	0.070	0.070												
2	0.070	0.070												
3	0.070	0.070												



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran E Gambar Teknik Alat

Hak Cipta :

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

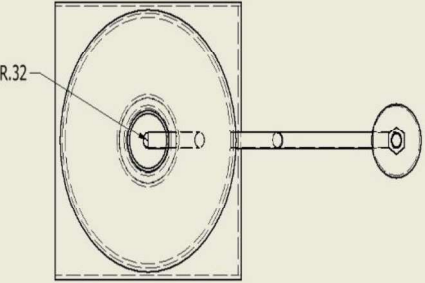
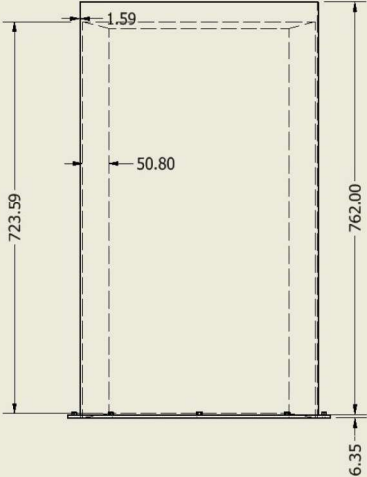
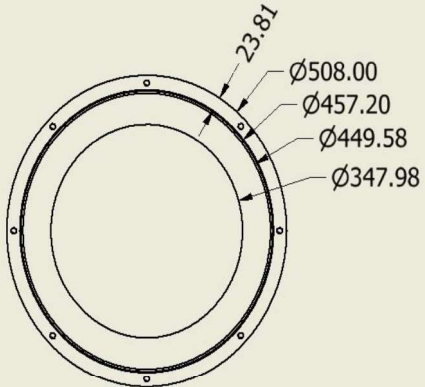
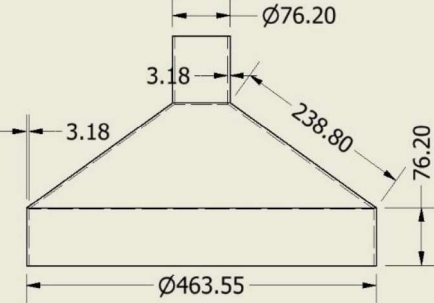
No	Gambar	Keterangan
1		Tampak depan boiler
2		Tampak atas boiler
3		Tampak depan burner kecil

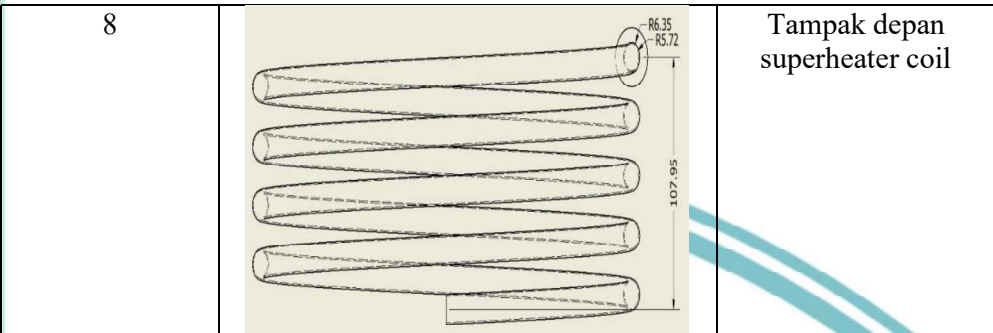


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

4		Tampak atas burner kecil
5		Tampak depan ruang bakar (furnace)
6		Tampak atas ruang bakar (furnace)
7		Tampak depan corong keluar flue gas



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran F TRA

PENILAIAN RESIKO TUGAS TASK RISK ASSESSMENT											No	TR/LNGAC			
Badak LNG											Rev	1			
Activity : Mengoperasikan Waste Burner Steam Generator Berbahan bakar Biodiesel											Date Issued	11 April 2022			
Location/Installation/Plant											Type	Normal / Abnormal / Emergency			
Area Custodian											Fluida / Materials	HVAC Condensate Water, Biodiesel			
Work/ Job Executor											Capacity/Quantity	1 – 5 liter			
Legislation & Related Document :															
1. Kepmen Kesehatan 1405/2002, Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran & Industri.											4. PP no. 74 tahun 2001, Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.				
2. Kepmenakeras 15/2008, PSK di tempat kerja.											5. UU no 32 Tahun 2009, Perlindungan & Pengelolaan Lingkungan Hidup.				
3. UU No.1 tahun 1970 Keselamatan Kerja.															
NO	Task/Activity	Duration	Freq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Category	Consequence/Impacts	Initial Risk P	S	R	Control Measures , Precautions& Mitigation	Action by	Residual Risk P	S	R
1.	Mempersiapkan APAR, peralatan kerja, unit waste burner, Biodiesel, water container	-	-	Memegang/mengangkat peralatan.	- Tangan terjepit /tergores. - Terbentur	S	Cidera ringan	4	1	4	- Yakinkan bahwa tutup pelindung tabung acetylene dan tabung oksigen dalam keadaan baik dan tertutup rapat. - Gunakan sarung tangan.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
2.	Membuka/Menutup Penutup Waste Burner	-	-	Pintu bergera.	Tangan terjepit / jatuh dan ketinggian	S	Cidera ringan	2	1	2	Gunakan sarung tangan kain.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
3.	Membuka & menutup baut reservoir air waste burner	-	-	Memegang/Menggunakan Handtools	Tangan terjepit.	S	Cidera ringan	2	1	2	Gunakan sarung tangan kain.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
4.	Menuangkan air AC ke dalam water reservoir	-	-	Memegang/Mengangkat Water Container	Tangan terjepit, Mengangkat Beban, Spill	S	Cidera ringan	2	1	2	- Gunakan sarung tangan kain. - Gunakan corong	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
5.	Menuangkan Biodiesel ke dalam fuel reservoir	-	-	Memegang/Mengangkat Biodiesel Jerrycan	Tangan terjepit, Mengangkat Beban, Spill	S	Cidera ringan	2	1	2	- Gunakan sarung tangan kain. Gunakan corong	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
6.	Menyiapkan APAR atau air diletakkan didekat area kerja.	-	-	Membawa APAR	Tangan terbentur	S	Cidera ringan.	2	1	2	Gunakan sarung tangan.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1
7.	Menyalakan api Waste burner dengan cara membuka reservoir burner kemudian didekatkan dengan pemantik disanjai kon dengan menunggu pemanasan.	15 menit	-	Biodiesel yang mudah terbakar dan gas berbahaya hasil pembakaran	- Percikan api - Menghirup asap	S, H	- Luka Bakar - Pemasanan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamat - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	4	1	4
8.	Menunggu Pemanasan berlangsung (Start Up)	-	-	Bekerja di paparan radiasi	Terpapar radiasi Panas	S, H	- Pusing dan dehidrasi.	8	4	24	Operator menaga jarak min. 5 m dari alat sampai diperlukan untuk	Mahasiswa, PTB,	1	1	1



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Diarangi mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

NO	Tasik/Activity	Duration	Frsq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Category	Consequency/ Impacts	Initial Risk			Control Measures , Precautions& Mitigation	Action by	Residual Risk		
								P	S	R			P	S	R
	hingga air mendidih dan steam terbentuk hingga api membesar			panas.			- luka bakar				memasukkan sampah	/Kontraktor			
		-	-	Kebooran pada sistem, valve, tubing	- Terkena semburan uap.	S, H	- Muai dan pusing. - Luka bakar	6	4	24	- Gunakan masker yang sesuai. - Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Menjaga Jarak min. 5 m dari alat	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
	Memasukkan sampah untuk dibakar ke dalam unit waste burner	-	-	Sampah yang diangkat berserakkan dan berat	Mengotori Lingkungan	L, S	Melakukan Pembersihan sampah yang terjatuh	2	1	2	Memastikan mengangkat sampah secukupnya sesuai kemampuan atau dibantu dengan alat seperti collector sampah	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
		-	-	Pintu waste burner tersenggol	Terjepit pintu	S	Cidera ringan.	2	1	2	- Gunakan sarung tangan. - Berhati hati	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
		-	-	Terpapar radiasi panas dan gas pembakaran saat memasukkan sampah	- Percikan api - Menghirup asap	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	4	1	4
		-	-	Terdapat sampah yang tajam, berbahaya, atau beracun	Tergores sampah berbahaya	S, H	- Luka Infeksi - iritasi.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai. - Lakukan Pemilihan sampah	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2
10.	Mematikan alat waste burner saat sampah sudah habis terbakar dengan menekan fuel keluar dan memadamkan dengan kain basah bila diperlukan (fuel belum habis)	-	-	Memegang menarik, benda panas	- Tangan terkena radiasi panas	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	1	1	1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Diarangi mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

NO	Tasik/Activity	Duration	Freq. Of Exps	Hazard/Aspect	Possible Event	Category	Consequence/Impacts	Initial Risk			Control Measures, Precautions & Mitigation	Action by	Residual Risk					
								P	S	R			P	S	R			
11.	Melakukan coolingdown unit waste burner hybrid steam generator	15 min.	-	Masih terdapat hembusan uap dari unit waste burner	- Tangan terkena radiasi panas	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
		-	-	Dinding metal yang masih panas	Area tubuh terkena radiasi panas	S, H	- Luka Bakar - Pernafasan terganggu.	8	4	32	- Gunakan Sarung Tangan tahan api. - Memakai pelindung muka / kacamata - Gunakan masker yang sesuai.	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
12.	Mengcollect Fly Ash Bottom Ash dan membersihkan alat	-	-	Terhirup residual ash hasil pembakaran	Terhirup FABA	S	Pusing & Mual	8	4	24	Gunakan sarung tangan & Masker yang sesuai dengan benar	Mahasiswa, PTB, /Kontraktor	2	1	2			
Highest Initial Risk								8	4	32	Highest Residual Risk							
Assessment Team						Approved by												
No	Name	Position	Role	Sign/Initial	1. Executor Manager			2. Area Custodian Manager										
1.	Raden Mirza G.K	Mahasiswa	Leader															
2.	Mpu Alit	Mahasiswa	Member/Execuotor															
3.	Jerry Farhan	Mahasiswa	Member/ Execuotor															
4.																		
5.																		
6.					Name :				Name :									
7.					Position :				Position :									
8.					Date :				Date :									



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

BIODATA MAHASISWA

- | | | | |
|----|-----------------------|---|--|
| 1 | Nama Lengkap | : | Mpu Alit |
| 2 | NIM | : | 1902322006 |
| 3 | Tempat, Tanggal Lahir | : | Sukoharjo, 06 Mei 2001 |
| 4 | Jenis Kelamin | : | Laki-laki |
| 5 | Alamat | : | PC6C/No. 161 B Kompleks
Perumahan Badak LNG, Kelurahan
Satimpo, Kecamatan Bontang
Selatan, Bontang, Kalimantan Timur |
| 6 | Email | : | mpualit@gmail.com |
| 7 | Pendidikan | : | SD (2007 – 2013) SDK Widya Wacana Jamsaren
SMP (2013 – 2016) Surakarta
SMA (2016 – 2019) SMP Negeri 4 Surakarta
SMA Negeri 2 Surakarta |
| 8 | Program Studi | : | Teknik Konversi Energi |
| 9 | Bidang Peminatan | : | <i>Gas Processing</i> |
| 10 | Topik Tugas Akhir | : | Perancangan Sistem dan Optimasi
Panas yang Hilang Pada Waste
Burner Menggunakan Konversi Uap
Air Bertekanan Menjadi Penggerak
Turbin Sebagai Penghasil Daya
Listrik |