

## Lampiran B.6a. Template Usulan Penelitian

### **RINGKASAN USULAN**

Pada insinerator ini tidak terdapat asap hasil pembakaran biasa tapi sudah berbentuk uap air berwarna putih dan tidak menimbulkan bau yang menyengat sehingga asap yang akan keluar ke lingkungan sudah tidak berbahaya. Hal ini terjadi karena pada insinerator ini proses reduksi asap dengan disemprotkannya air (*water spray*) dengan arah berlawanan dengan arah keluaran asap yaitu dengan menggunakan *nozzle spray* sehingga sebagian asap diendapkan di tabung pengedapan sementara asap yang keluar sudah bercampur dengan steam. Berdasarkan sistem cerobong asap yang telah dikembangkan pada alat insinerator ini maka perlu diketahui tingkat kuantitas pertukaran energinya dengan melakukan analisa eksergi pada aliran air umpan dan udara hasil pembakaran berupa asap pekat dengan analogi bahwa sistem spray/aliran pada cerobong tersebut adalah sebagai alat penukar panas antara dua fluida yang berbeda yaitu udara hasil pembakaran dan air umpan pereduksi asap untuk mengetahui kapasitas optimum masing-masing fluida kerja.

Kata Kunci : *water spray*, gas asap, cerobong asap, analisa eksergi.

### **BAB I. PENDAHULUAN**

#### 1.1. Latar Belakang

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk mengakibatkan semakin banyaknya masyarakat yang menghasilkan sampah dari kebutuhan setiap harinya. Baik sampah organik maupun anorganik. Jika terus dibiarkan sampah-sampah ini akan jadi masalah yang sangat serius. Sampah-sampah tersebut yang terus menumpuk tentu saja mengganggu masyarakat setempat karena baunya yang tidak sedap. Banyak cara yang dilakukan masyarakat Indonesia dalam menghilangkan sampah, salah satunya adalah dengan cara dibakar. Akan tetapi masih banyak masyarakat yang belum memahami betapa bahayanya jika sampah dibakar. Sampah yang dibakar langsung akan menghasilkan karbon monoksida dan zat-zat yang beracun sehingga efeknya membahayakan pernapasan manusia. Pada saat ini sedang berkembang alat pembakaran sampah yang disebut insinerator (*Incinerator*). Insinerator adalah sebuah alat yang menggunakan sistem insinerasi. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah menghancurkan sampah padat (solid) dengan membakar.

#### 1.2. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yang akan diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model aliran asap dan air umpan pereduksi asap pada cerobong asap?
2. Bagaimana melakukan analisa eksergi pada pemodelan tersebut ?
3. Bagaimana hasil analisa eksergi pada cerobong asap guna mengoptimalkan sistem thermal pada insinerator ?

### 1.3. Batasan masalah

Penelitian ini dilakukan dengan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Aliran asap dan air umpan dianalogikan seperti yang terjadi dalam alat penukar panas karena tidak bercampur pada ketinggian level cerobong setinggi 1 meter.
2. Aliran massa asap diketahui berdasarkan temperatur udara hasil pembakaran
3. Aliran massa air diketahui dari penurunan level tangki air pada waktu tertentu.

### 1.4. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah :

Mengetahui kualitas energi yang terjadi pada cerobong asap insinerator dengan menggunakan dua aliran fluida yaitu aliran asap dan aliran air umpan pembersih asap dan aliran udara panas (asap) tanpa perlakuan aliran air umpan dengan analisa eksergi

### 1.5. Tujuan khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

Melakukan analisa hubungan antar variabel penelitian untuk mengetahui optimasi sistem thermal yang bisa dilakukan pada insinerator.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sejarah Perkembangan Penelitian

Sejarah penelitian dilakukan dengan pengumpulan referensi yang berkaitan dengan insinerator, literatur-literatur tersebut terdiri dari:

1. Hasil penelitian sebelumnya oleh Kurdi (2017) tentang insinerator mini terdiri dari dua ruang bakar. Ruang bakar utama dan ruang bakar tingkat kedua. Pada ruang bakar utama suhu terkontrol  $800^{\circ}\text{C} - 1.000^{\circ}\text{C}$  menggunakan burner dan blower sebagai pemasok udara, sedangkan ruang bakar tingkat kedua suhunya mencapai  $1.100^{\circ}\text{C}$  menggunakan burner untuk membakar gas hasil dari ruang bakar utama. Terdapat panel kontrol digital dalam operasionalnya. Dan terdapat cerobong *cyclon* pada ruang bakar kedua. Pada insinerator ini tidak terdapat asap hasil pembakaran dan tidak menimbulkan bising. Pada insinerator mini yang dilakukan Kurdi (2017) memerlukan energi yang besar dikarenakan burner yang digunakan untuk membakar selalu dinyalakan pada saat pembakaran, sehingga memerlukan bahan bakar yang banyak. Sedangkan pada insinerator dua tahap hanya memerlukan sedikit bahan bakar untuk memulai pembakaran. Pada insinerator *maxpell* pencucian asap dilakukan adalah dengan pencampuran asap dengan uap air yang dipanaskan dalam ruang pembakaran. Sedangkan pada insinerator dua tahap pencucian asap dilakukan dengan cara menyemprotkan air pada pipa filter dan menggunakan kipas untuk mencampur homogenkan asap dengan air. Pada insinerator dua tahap yang dibuat adalah bentuk sederhana dari insinerator tipe *Rotary Kiln*. Namun pada insinerator ini proses penggabungan asap pada air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dilakukan dengan cara air disemprotkan dengan menggunakan *nozzle spray* sehingga bercampur dengan asap. Sehingga asap yang akan keluar ke lingkungan tidak membahayakan bagi masyarakat.
2. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh perusahaan Maxpell Technology (2017) tentang insinerator maxpell yang terdiri dari cerobong asap yang berfungsi untuk mengarahkan asap ke ketinggian agar tidak menyebar ke permukaan dan mengganggu sistem pernafasan, *Roof* untuk melindungi sistem ruang pembakaran dari hujan, *Splitcell* yaitu komponen yang berfungsi menangkap partikel-partikel karbon dan mengurangi tingkat polusi asap, *Insulation wall* yaitu struktur pelindung sistem, penyangga bak pembakar sampah, dan menahan suhu udara ruang pembakaran agar tidak mempengaruhi udara luar, *Waste entrance* yaitu lubang untuk memasukkan sampah ke dalam ruang pembakaran. *Waste Chamber* yaitu ruang pembakaran sampah dengan volume  $1.2 \text{ M}^3$  &  $1.8 \text{ M}^3$ , *Chamber wall* yaitu dinding pembakar sampah dari baja setebal 3 mm, *Hydroprocess* yaitu tempat berisi air yang berfungsi mengimbas asap sehingga bersifat magnet dan bisa ditangkap oleh splitcell, *Dust hole* yaitu lubang untuk mengambil abu yang menumpuk di bagian bawah ruang pembakaran, juga untuk memasukkan api di awal pembakaran, *Air suport* yaitu lubang sirkulasi udara di pondasi untuk mendukung percepatan pembakaran, *Struktur Based* yaitu bagian penyangga struktur. Suhu pembakaran pada ruang bakar insinerator ini adalah  $900^{\circ}\text{C} - 1.100^{\circ}\text{C}$  dan tidak terdapat *fly ash* karna menggunakan filter *splitcell* sebagai filter.
3. Penelitian tentang analisa eksergi berupa upaya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil adalah berinovasi untuk mendukung peralatan lebih banyak efisien dalam penggunaan bahan bakar dan penggunaan sumber energi alternatif untuk pembangkit listrik. Dalam pilot plant biodiesel, masing-masing dapat dilakukan sekaligus dengan

melakukan analisis eksergi pada energikomponen proses konversi, dalam hal ini, terutama pada bagian ruang bakardan penukar panas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ruangan ini dihancurkan secara eksergimasih di atas 30% (B0: 66,29%; B20: B50 dan 54,38%: 56,13%) ini memungkinkan peningkatan ruangefisiensi boiler untuk membakar exergy seperti penghancuran tinggi. Penghancuran eksergi dipenukar panas telah mengambil 30% (B0: 29,17%; B20: B50 dan 24,78%: 24,12%). Persentaseperusakan eksergi di ruang bakar terendah di B20 dan B50 meningkat,artinya penambahan biodiesel dalam bahan bakar diesel untuk meningkatkan tingkat energi dan peningkatannyakualitas biodiesel dalam campuran bahan bakar akan kembali menurunkan tingkat kualitas energi (Ambo Intang, 2015)

## 2.2 Teori Dasar

### 1. Laju aliran massa hydroproses

Laju aliran massa hydropross adalah salah satu parameter penting dalam penelitian sehingga dapat dipergunakan persamaan 1 (P. Suntivarakorn et. Al. 2009).

$$\dot{m}_d = \frac{W_f - W_o}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana  $\dot{m}_d$  = laju laju aliran massa hydroproses (kg/det)

$W_o$  = massa hydroproses awal ( kg )

$W_f$  = massa hydroproses akhir ( kg )

t = waktu yang dibutuhkan selama proses pengeringan ( dt )

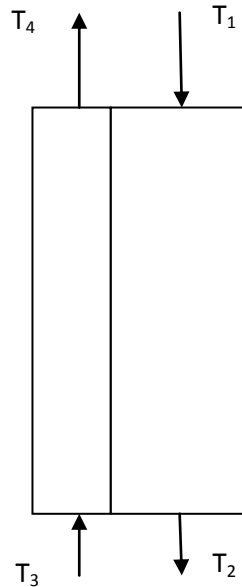
$$W_f = V_f \times \rho_f$$

Dimana  $V_f$  = Volume hydroproses akhir ( $m^3$ )

$\rho_f$  = berat jenis hydroproses awal ( $kg/m^3$ ) dengan cara yang sama didapat  $W_o$

### 2. Analisa Eksergi

Analisa eksesrgi dilakukan dengan memodelkan dua buah aliran, yaitu aliran air umpan dan aliran gas hasil pembakaran di cerobong asap insinerator ssehingga terjadi hydroproses yang mereduksi asap menjadi asap cair dan uap asap, asap cair turun ke drum penampungan dan asap uap naik dan keluar melalui cerobong asap akhir. Berikut model peneitian hydroproses dalam cerobong asap:



Keterangan:  $T_1$  = Temperatur aliran hydroproses masuk  
 $T_2$  = Temperatur aliran hydroproses keluar  
 $T_3$  = Temperatur aliran uap asap masuk  
 $T_4$  = Temperatur aliran uap asap keluar

Gambar 1. Hydroproses dalam cerobong asap

Selanjutnya untuk perhitungan Energi dan Eksergi diperlukan nilai entropi dan entalpi gas digunakan Tabel termodinamika R22 ( Tabel A-7, A-8, A-9 ) dan Gas Ideal ( Tabel A-22) dalam satuan Si (Moran, Michael J. & Shapiro, Howard N. 2000)

### 3. Analisa eksergi

Untuk memudahkan perhitungan dalam mencari eksergi losses maka disini peneliti akan menghitung eksergi yang terjadi ditiap titik dari pemodelan siklus pada Gambar 1. Dengan menggunakan persamaan 21 & 22.  $\dot{E}_1$  dan  $\dot{E}_2$  dengan fluida hydroproses dan uap asap yang dianggap gas ideal. Dari “WEXA: Exergy analysis for increasing the efficiency of air/water heat pumps. Lukas Gasser, dipl. engineer et al” maka didapat persamaan umum eksergi dan persamaan kerugian eksergi di tiap titik untuk siklus pompa kalor :

Dan Eksergi untuk satuan massa

$$e = (h - h_A) - T_A (s - s_A) \dots \dots \dots (3)$$

dimana  $e$  = eksergi satuan massa (kJ/kg)

$s$  = entropi ( kJ/kg $^{\circ}$ K)

$T_A$  = suhu lingkungan (  $^{\circ}$ K )

Eksergi untuk gas ideal

$$e = cp ( T - T_A ) - T_A ( cp \ln \frac{T}{T_A} - R \ln \frac{p}{p_A} ) \dots \dots \dots (4)$$

dimana  $cp$  = panas spesifik gas ideal ( kJ/kg $^{\circ}$ K )

$T$  = suhu (  $^{\circ}$ K )

$M$  = berat molar

P = tekanan udara ( bar )  
e = Eksergi untuk satuan massa

#### 4. Eksergi losses

Disini Eksergi losses yang peneliti hitung terbagi dalam 2 kelompok besar dari sistem yang bekerja yaitu eksergi losses yang terjadi di alur hydroproses dan jalur uap asap

-Eksergi Losses aliran untuk satuan massa

a. Jalur uap asap

$$e_{LCP} = T_A(s_1 - s_2) = \frac{\dot{Q}_{Airr}}{\dot{m}} \dots\dots\dots ( 5 )$$

Dimana  $s_1$  = nilai entropi pada tekanan evaporasi atau tekanan ( kJ/kg.K )

$s_2$  = nilai entropi pada tekanan kondensasi ( kJ/kg.K )

b. Jalur hydroproses

$$\dot{E}_{LC} = (\dot{E}_2 - \dot{E}_3) + (\dot{E}_0 - \dot{E}_7) \dots\dots\dots ( 6 )$$

Dimana ;  $\dot{E}_{LC}$  = eksergi loss di kondensor

$\dot{E}_2$  = eksergi dititik 2 (Watt)

$\dot{E}_3$  = eksergi dititik 3 (Watt)

$\dot{E}_0$  = eksergi dititik nol (Watt)

$\dot{E}_7$  = eksergi dititik 7 (Watt)

c. Ekspansi / Kapiler

$$e_{LCP} = T_A(s_1 - s_2) \dots\dots\dots ( 7 )$$

Dimana diperoleh dari kualitas dari keadaan dititik 4 pada diagram t-s ini didapat dari

$$s_4 = s'_4 + X_v (s''_4 - s'_4) \dots\dots\dots ( 8 )$$

$$X_v = X_4 = \frac{h_3 - h'_4}{r_e} \dots\dots\dots ( 9 )$$

Dengan nilai

Dimana  $s_4$  = nilai entropi dititik 4 (kJ/kg.K)

$s'_4$  = nilai entropi pada fasa cair (kJ/kg.K)

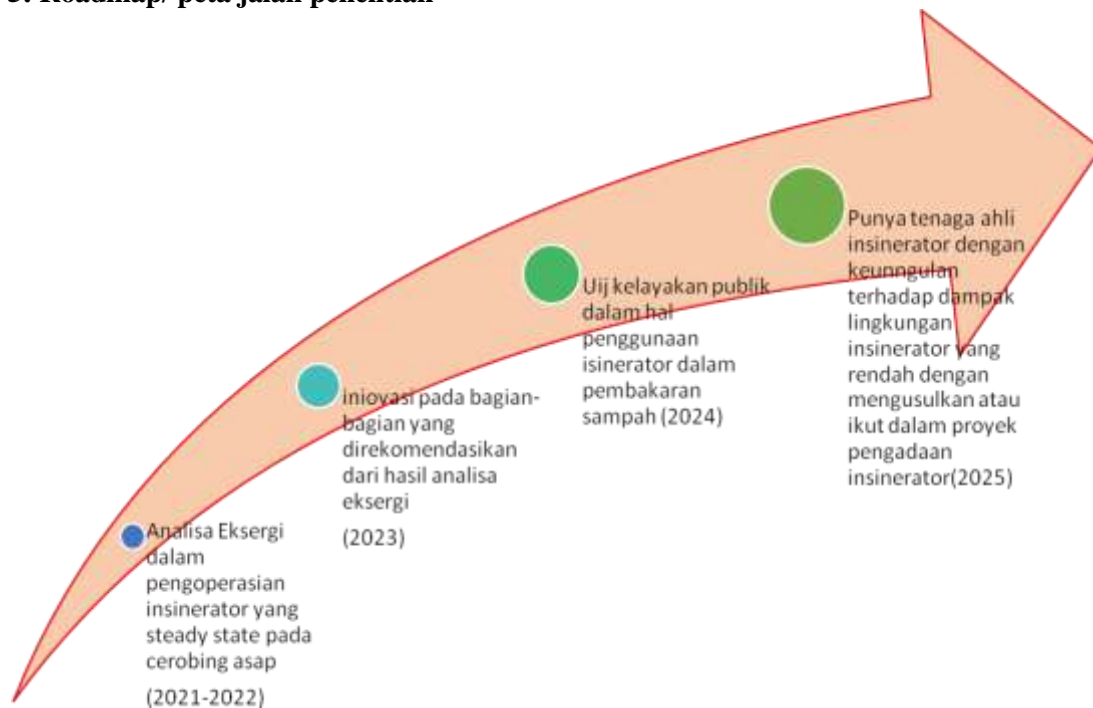
$X_v$  = kualitas entalpi dititik 4 (tanpa satuan)

$s''_4$  = nilai entropi pada fasa uap ( kJ/kg.K)

$r_e$  = nilai entalphi pada fasa campuran cair dan uap (kJ/kg)

$h'_4$  = nilai entalphi pada fasa cair ( kJ/kg )

## 5. Roadmap/ peta jalan penelitian



Gambar 2. Road Map Penelitian

Sesuai Renstra dan road map tahapan penelitian di Universitas Tamansiswa Penelitian ini terletak pada bagian analisa kondisi eksisting.

## **BAB III. METODE PENELITIAN**

### **3.1. Lokasi dan objek penelitian**

Lokasi penelitian adalah pada Laboratorium Konversi Energi Teknik Mesin FT. Unitas. Objek Penelitian adalah satu unit incinerator dan instrumentasinya.

### **3.2. Bahan dan alat penelitian**

Alat dan bahan yang di gunakan terdiri dari

#### **1. Alat:**

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| a) Alat las        | : 1set   |
| b) Termokopel      | : 4 buah |
| c) Blower          | : 3 buah |
| d) Bor besi        | : 1 set  |
| e) Gerinda         | : 1 set  |
| f) Pompa           | : 4 buah |
| g) Panel indicator | : 1 buah |
| h) Kipas           | : 1 buah |
| i) Water spray     | : 3 buah |
| j) Burner          | : 2 set  |
| k) Kaca            | : 2 set  |

#### **2. Bahan**

- a) Air
- b) Lem besi
- c) Lem kaca
- d) Sampah organik
- e) Electrode
- f) Besi hollow
- g) Besi hollow
- h) Besi hollow
- i) Plat
- j) Saringan air
- k) Semen
- l) Pasir
- m) Besi siku
- n) Engsel
- o) Baut 8,10, 12
- p) Gas elpiji 3 kg
- q) Pipa ac
- r) Solar dan Bensin 20 liter

#### **3. Spesifikasi Pompa Air Umpan**

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| a) Kapasitas Pompa | : 5 liter / menit |
| b) Tekananan Max   | : 100 Psi         |

#### **4. Spesifikasi Blower Isap MC-DE/M160R/1-NO**

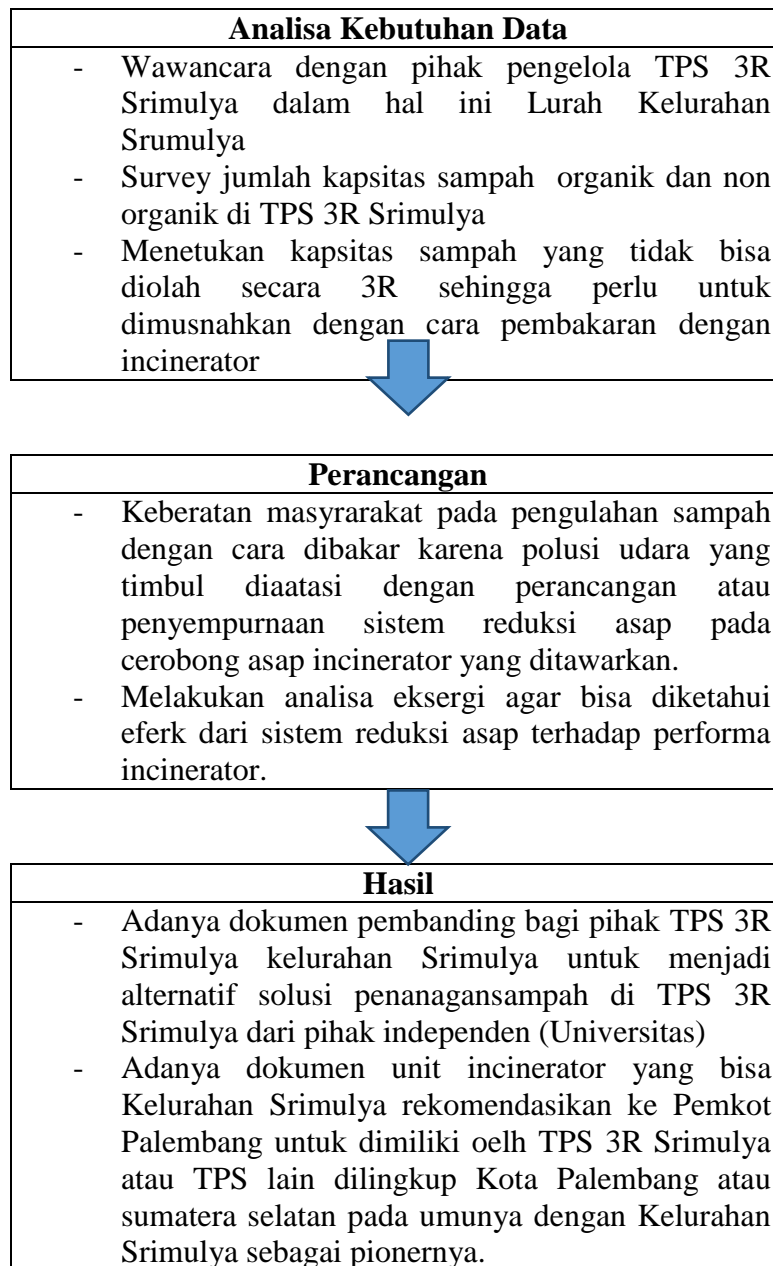
- |                     |            |
|---------------------|------------|
| a) Power input      | : 250 W    |
| b) Speed main shaft | : 2800 Rpm |
| c) Voltage          | : 220 V    |



- d) Capacity : 800 – 1080 m<sup>3</sup>/jam  
e) Pressure : 900 -700 Pa.

### 3.3. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini rencananya akan dilaksanakan selama 5 bulan dan bekerjasama dengan pihak Kelurahan Srimulya kec. Sematang Borang pada unit TPS 3R Srimulya. Adapun tahapan metode penelitian yang akan dilaksanakan adlah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Wawancara dilaksanakan untuk mendapatkan data berapa kapasitas sampah perhari yang mampu dikelola oleh TPS 3R Srimulya dan apasaja kendalanya, berapa unit alat yang dimiliki dan jenis pengolahan yang mampu dilakukan oleh alat tersebut.

### 3.4. Hasil yang ditargetkan

Selain dokumen yang disebutkan pada bagian hasil di atas, penelitian ini juga ditargetkan agar dapat di publish pada jurnal nasional terakreditasi sinta.

### 3.5. Tugas Tim Pengusul

Secara detail, tugas tim pengusul dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Nama, Jabatan, dan Tugas Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Tugas
1	Ambo Intang, S.T.,M.T.	Ketua Peneliti	1. Survey ke lokasi penelitian untuk pengambilan data primer lapangan 2. Pengolahan Data dan Analisis Data lapangan dan laboratorium 3. Pembuatan laporan penelitian
2	Rusnadi, S.T.P.,M.Si	Anggota Peneliti	1. Perbaikan alat dan kalibrasi sistem pengukran 2. Pengolahan Data dan Analisis Data laboratorium
3	Muhammad Riyadi	Pembantu Peneliti 1	Membantu Pengambilan Data laboratorium
4	Resta Arahman	Pembantu Peneliti 2	Membantu Pengambilan Data laboratorium

## BAB IV. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Tabel 2. Target luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada)

Jenis Riset	Rencana Luaran Wajib dan Tambahan	Keterangan
RD TKS : 1-3	<b>Luaran Wajib :</b> Artikel pada jurnal Teknik penerbit Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang, target tahun terbit pada 2021  <b>Luaran Tambahan:</b> Bukuber-ISBN	Alamat URL jurnal <a href="http://www.teknika-ftiba">http://www.teknika-ftiba</a> ISSN : 2355-3553 Peringkat akreditasi SINTA : 5 Scopus : Tidak

### **a.Rencana Anggaran Biaya**

No	Jenis Pengeluaran	Besar (Rp)
A	Honorarium (Ketua, anggota, pembantu penelitian)	1.600.000
B	Bahan Habis Pakai	1.200.000
C	Sewa peralatan penunjang	1.400.000
D	Perjalanan (untuk pengumpulan data)	800.000
E	Analisis Data	
F	Lainnya	
	<b>JUMLAH (A+B+C+D+E+F)</b>	5.000.000

### **b.Rencana Jadwal Kegiatan**

[illegible]

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurdi, MY. (2017). Pengelolaan Sampah Dengan Pembakaran ( Incinerator Mini ).  
<https://depokbebassampah.wordpress.com/acuan/incenerator/>
- [2] Maxpell Technology (2020).  
<http://maxpelltechnology.com/brosur%20incinerator%20medis%20maxpell%20technology.df>
- [3] Intang A..2015. Analisa Exergi Sistem Pembangkit Uap Pilot Plant Biodiesel. Flywheel, Vol. 1, No. 2, hal. 55-70. Tersedia di <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/view/539/420>
- [4] Suntivarakorn, P. et. al 2009. *An Experimental Study on clothes Drying Using Waste Heat from Split Type Air Conditioner*. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering. Vol 3, No 5.
- [5] Moran, M. J. and Shapiro, H. N. (2000). *Termodinamika Teknik*. Edisi 4. Jilid 1&2. Terjemahan oleh Yulianto Sulisty Nugroho. 2004. Universitas Indonesia: Erlangga.
- [6] Gasser, Lukas. Wellig, Beat & Hilfiker, Karl. 2008. *WEXA: Exergy analysis for increasing the efficiency of air/water heat pumps*. Lucerne University of Applied Sciences and Arts - Engineering & Architecture CC Thermal Energi Systems & Process Engineering Technikumstrasse 21