

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA TUNGKU PANGGANGAN**

(Skripsi)

**Oleh**

**ASEP IRAWAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA TUNGKU PANGGGANGAN**

**Oleh**

**ASEP IRAWAN**

Tujuan pemanggangan adalah untuk memasak bahan makanan dan memberikan aroma khas panggang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, menguji dan menganalisis ekonomi kinerja tungku panggang. Tungku panggang dibuat dengan komponen utama rangka dan ruang bakar, rak pemanggangan, pipa nozel, dan kipas (*blower*). Tungku didesain dengan luas rak pemanggangan 1800 cm<sup>2</sup> dan kapasitas pemanggangan 16 potong ayam. Pengujian tungku dilakukan baik tanpa beban maupun dengan beban pemanggangan. Parameter yang diamati meliputi kapasitas bahan bakar, suhu, penurunan bobot, jumlah bahan bakar, kebutuhan udara dan lama pemanggangan. Hasil pengujian menggunakan bahan bakar arang batok kelapa menunjukkan bahwa tungku bekerja dengan baik dan menghasilkan suhu rata-rata 416,3°C di rak pemanggangan. Tungku memiliki kapasitas bahan bakar arang batok kelapa 2 kg dan kebutuhan udara 25,44 kg. Kapasitas rak panggang mencapai 16 potong untuk bagian paha ayam dan 18 potong untuk bagian dada ayam. Lama pemanggangan rata-rata 4,84 menit dengan waktu jeda persiapan dan penyajian 2,3 menit. Kapasitas kerja tungku panggang untuk bagian dada adalah 144 potong/jam dan bagian paha 142 potong/jam. Susut masak pemanggangan rata-rata mencapai 20,5% untuk bagian paha ayam dan 11,3% untuk bagian dada ayam. Jumlah bahan bakar rata-rata untuk sekali proses pemanggangan adalah 395,5 gram arang batok yang setara dengan 13.441 kJ. Penggunaan energi listrik untuk sekali proses pemanggangan mencapai 150,13 kJ. Biaya pokok untuk pemanggangan tiap potong ayamnya yaitu Rp. 96,5/potong.

**Kata Kunci:** tungku panggang, rancang bangun, kinerja, arang, biaya.

## ABSTRACT

### DESIGN AND PERFORMANCE TEST FURNACE GRILLS

By

ASEP IRAWAN

*The purpose of barbequing is to cookfood and provide a distinctive smoke aroma. This research aims at designing, testing and performing economic analysis of a furnace grill. The furnace grill was fabricated with main components including combustion chamber, roasting rack, nozzle pipe, and a blower. The grill was designed with a roasting rack of 1800 cm<sup>2</sup> and had a capacity of 16 piece of chicken parts. Grill testing was conducted with and without roasting load. The parameter to observing included fuel capacity, roasting temperature, weight loss, amount of fuel consumption, air consumption, and roasting duration. Results using coconut shell charcoal showed that the grill working good with roasting temperature of 416.3 °C. The grill had a fuel capacity of 2 kg with coconut shell charcoal and air consumption of 25.44 kg. The roasting capacity was 16 pieces of chicken breast and was 16 pieces of chicken leg. The average roasting duration was 4.84 minutes with 2.3 minutes pause for preparation and serving. Working capacity of the grill was 144 pieces per hour for chicken breast and 142 pieces per hour for leg. Average weight loss was 20.5% and 11.3% for chicken breast and chicken leg, respectively. Fuel consumption for each roasting process was 395.5 gram of coconut shell charcoal, equivalent to 13.441 kJ. Electric power consumption was 150.13 kJ for each roasting process. The cost of roasting process was 96.5 IDR per piece of chicken part.*

*Keywords: Furnace grill, design, performance, charcoal, cost.*

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA TUNGKU PANGGGANGAN**

**Oleh**

**ASEP IRAWAN**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA  
TUNGKU PANGGANGAN**

Nama Mahasiswa : **Asep Irawan**

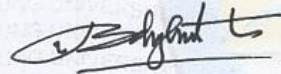
Nomor Pokok Mahasiswa : 0914071023

Jurusan : Teknik Pertanian

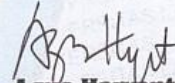
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

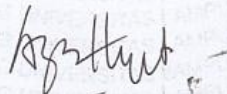


**Ir. Budianto Lanya, M.T.**  
NIP 19580523 198603 1 002



**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



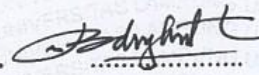
**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

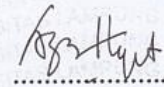
Ketua

: **Ir. Budianto Lanya, M.T.**



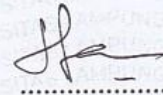
Sekretaris

: **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **29 Maret 2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Asep Irawan NPM 0914071023

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Ir. Budianto Lanya, M.T. dan 2) Dr. Ir. Agus Harianto, M.P. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2016  
Yang membuat pernyataan



  
Asep Irawan  
NPM. 0914071023

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 31 Agustus 1991 di Sukananti Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung, anak keenam dari sembilan bersaudara dari pasangan Bapak Oyon Suryono dan Ibu Farida Ariyani

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Tambak Jaya lulus pada tahun 2003, penulis kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP N 1 Way Tenong lulus pada tahun 2006, dan pendidikan menengah atas di SMA N 1 Way Tenong lulus pada tahun 2009.

Tahun 2009 penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Penulis melaksanakan Praktek Umum pada tahun 2012 di PT Sang Hyang Seri (Persero) Kantor Regional 1 Sukamandi, Subang, Jawa Barat dengan judul “ *Alat Mesin Produksi dan Pengolahan Benih Padi* ”. Pada tahun 2013 penulis melaksanakan KKN di Desa Tambah Subur, Kecamatan Way Bungur, Lampung Timur.



**Kepada Ayahanda dan Ibunda Tersayang**

## SANWACANA

Alhamdulillah Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang maha pengasih, maha penyayang sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ Rancang Bangun dan Uji Kinerja Tungku Panggangan ”

Shalawat beriring salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya yang selalu dinantikan syafaatnya hingga akhir zaman.

Segala bentuk kebahagiaan ini bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak hingga dapat terwujud. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku dosen pembimbing akademik dan Dosen pembimbing I;
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian dan Dosen Pembimbing II ;
3. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Pembahas skripsi
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Wan Abbas Zakaria, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian;
7. Seluruh rekan-rakan mahasiswa Teknik Pertanian;

8. Mama dan papa serta kakak dan adikku keluarga besar yang tersayang;
9. Serta buat seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan kemajuan di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, Januari 2016  
Penulis

ASEP IRAWAN

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
SANWACANA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Manfaat Penelitian .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
A. Tungku Panggangan .....	4
B. Bahan Bakar Arang .....	7
C. Kebutuhan Udara Pembakaran .....	8
D. Aliran Udara .....	9
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	12
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
B. Alat dan Bahan .....	12
C. Prosedur Penelitian .....	12
D. Kriteria Desain .....	14
E. Analisis Desain Alat .....	14
1. Kapasitas alat .....	14
2. Suhu pemanggangan .....	14
3. Penentuan kipas .....	16
F. Rancangan Fungsional dan Struktural .....	16
1. Rangka dan ruang bakar .....	17
2. Rak pemanggang .....	18
3. Pintu pembuangan abu .....	18
4. Pipa saluran udara masuk .....	18
5. Pipa nozel .....	18
6. Engsel .....	18
7. Sok .....	19
8. Kipas (Blower) .....	19
G. Uji Kinerja Alat .....	19
H. Parameter yang Diukur .....	20
I. Analisis Data .....	21
1. Energi Bahan Bakar Arang .....	21
2. Energi yang Terpakai dari Penggunaan Kipas .....	21

3. Energi penggunaan spritus.....	21
J. Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran .....	22
K. Analisis Ekonomi.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
A. Tungku Panggang.....	24
B. Uji Kapasitas Bahan Bakar .....	28
C. Uji Tanpa Beban .....	30
D. Pengujian Tungku Panggang.....	32
1. Ayam Hasil Panggang.....	33
2. Suhu dan lama Pemanggang .....	35
3. Penurunan Bobot Bahan .....	35
4. Jumlah Bahan Bakar yang Terpakai .....	36
E. Analisis Ekonomi.....	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
A. Kesimpulan .....	40
B. Saran .....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	42
LAMPIRAN.....	44
Lampiran 1. Tabel 8 - 11.....	45
Lampiran 2. Data perhitungan .....	47
Lampiran 3 : Gambar 17 - 40.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi alat panggang.....	25
2. Kapasitas rak pemanggang.....	29
3. Data hasil pengamatan tanpa beban .....	30
4. Kebutuhan udara pembakaran.....	32
5. Data hasil pengamatan dengan beban .....	33
6. Kebutuhan udara pembakaran uji dengan bahan .....	37
7. Analisis ekonomi.....	39
8. Hasil pengamatan tanpa beban.....	45
9. Hasil pengamatan dengan beban.....	45
10. Kapasitas rak pemanggang.....	45
11. Suhu dan lama pembakaran uji tanpa beban .....	46
12. Komposisi kimia arang .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat pemanggang dengan kipas .....	4
2. Panggangan dengan bahan bakar gas .....	5
3. Aliran laminar .....	11
4. Diagram alir .....	13
5. Tungku panggangan .....	17
6. Tampak dalam .....	17
7. Tungku panggangan .....	24
8. Ruang bahan bakar .....	26
9. Rak pemanggangan .....	27
10. Pipa pengeluaran udara .....	27
11. Blower .....	28
12. Kapasitas tampung rak panggangan .....	29
13. Perkembangan suhu pada rak sebagai fungsi waktu pembakaran .....	31
14. Ayam sebelum dan sesudah pemanggangan .....	34
15. Penurunan bobot bahan .....	36
16. Warna nyala pembakaran arang .....	37
17. Persiapan uji pengisian bahan bakar .....	55
18. Rak panggangan .....	55
19. Penyalaan awal .....	56

20. Proses pembakaran arang.....	56
21. Pengukuran suhu .....	57
22. Pengukuran suhu menggunakan termokopel .....	57
23. Proses sebelum pemanggangan.....	58
24. Proses setelah pemanggangan .....	58
25. Operator .....	59
26. Percobaan pemanggangan pada jagung .....	59
27. Percobaan pemanggangan ikan gurame .....	60
28. Hasil pemanggangan ikan gurame .....	60
29. Percobaan pemanggangan ayam dengan berat 1 kg.....	61
30. Hasil pemanggangan ayam .....	61
31. Isometrik view.....	62
32. Rangka pemanggangan.....	63
33. Rak pemanggangan.....	64
34. Pintu pembuangan abu.....	65
35. Pipa blower.....	66
36. Engsel.....	67
37. Sok.....	68
38. Blower.....	69
39. Pipa nozzel.....	70
40. Tungku panggangan.....	71



## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Menu makanan bakar banyak diminati di masyarakat dengan banyaknya restaurant yang menyediakan menu makanan bakar seperti ayam bakar, ikan bakar, daging panggang, bebek bakar, jagung bakar dan lain sebagainya. Rasa yang khas dan aroma pembakaran mempunyai kelebihan tersendiri.

Alat panggang yang digunakan pada umumnya berbahan bakar arang. Alat pemanggangan ini dibuat dengan adanya ruang penampung bahan bakar yang asupan udara diberikan secara manual dan menggunakan kipas untuk mempercepat pembakaran. Pengoprasian alat ini memiliki banyak kekurangan yaitu asupan udara pembakaran tidak dapat dikontrol. Asupan udara yang berlebih akan menyebabkan bahan bakar akan cepat habis dan asupan udara yang kurang akan menyebabkan pembakaran arang yang lambat.

Arang adalah bahan bakar biomasa padat yang memiliki nilai kalor berkisar 25000 - 32000 kJ/kg. Komposisi kimia arang kayu terdiri atas 92,04% C, 2,45% H, 2,96% O, 0,53% N, 1,00 S, dan 1,02% abu dengan kadar air alami 0,5-6% (Haryanto, 2009). Secara kimiawi proses pembakaran adalah reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon dan sulfur yang terkandung di dalam biomassa

dengan oksigen dari udara. Jika karbon dibakar dengan jumlah oksigen yang cukup dihasilkan karbon dioksida dengan disertai sejumlah panas. Oksigen untuk pembakaran umumnya berasal dari udara, yang sebagian besar adalah unsur nitrogen dan oksigen serta sejumlah kecil karbon dioksida dan unsur-unsur lainnya (Yunus, 2002). Udara adalah termasuk dalam kelompok zat gas yang karena sifat molekulnya maka udara dapat mengalir. Udara pembakaran (combustion air) adalah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran yang terdiri dari udara primer, udara sekunder, dan udara tersier.

Proses pembakaran arang membutuhkan asupan udara untuk mempercepat arang menjadi bara. Rekayasa untuk menghasikan udara yang cukup dengan menggunakan blower yang mengalirkan udara tambahan sebagai kebutuhan pembakaran arang. Blower yang dibutuhkan disesuaikan dengan kapasitas masa bahan bakar yang akan dipanggang. Kecepatan udara mempengaruhi besarnya nyala api dan temperatur pembakaran (Subroto dan Prastiyo, 2013).

Teknologi untuk mempercepat pembakaran arang menjadi bara adalah dengan cara memberikan suplai udara sesuai dengan kebutuhan masa bahan bakar. Tungku pangangan merupakan teknologi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar arang maka diperlukan penelitian rancang bangun dan uji kinerja tungku pangangan.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Merancang bangun tungku panggangan.
- b. Menguji kinerja tungku panggangan.
- c. Analisis ekonomi tungku panggangan.

## **C. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

- a. Sebagai informasi bagi pembaca tentang tungku panggangan arang.
- b. Untuk mengetahui kinerja tungku panggangan arang.

.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tungku Panggangan

Tungku panggangan merupakan alat pembakaran berbahan bakar dari biomasa padat kayu yang telah diproses menjadi arang. Macam-macam alat panggangan arang biasanya masih mengandalkan dengan sistem pengoprasian manual dengan penggunaan kipas dan dengan pengipas yang digerakan manual. Kelemahan panggangan ini adalah sisa abu yang akan mengakibatkan bahan makanan menjadi kotor, kesulitan dalam menyalakan arang, sulit menstabilkan panas dan tidak dapat menentukan konsumsi bahan bakar. Akibatnya adalah efisiensi pengoprasian rendah. Gambar 1 contoh alat panggangan yang menggunakan kipas.



Gambar 1. Alat pemanggang dengan kipas

Tungku panggangan konvensional berbahan gas telah ditemukan di sejumlah daerah untuk memanggang makanan. Prinsip kerja tungku gas dilakukan dengan cara membakar langsung atau membakar tameng besi atau keramik yang berubah menjadi kemerahan seperti bara. Gambar 2 adalah contoh salah satu panggangan berbahan bakar gas.



Gambar 2. Panggangan dengan bahan bakar gas

Rancang bangun tentang tungku berbahan biomassa sudah banyak dilakukan tetapi tidak untuk memanggang makanan. Bahan makanan dalam proses memasaknya dengan cara dipanggang memiliki ciri khas aroma tersendiri dan bebas dari lemak minyak penggorengan, tetapi memiliki kekurangan yaitu asap yang ditimbulkan pada saat memanggang menimbulkan zat karsinogen penyebab kanker. Nurhuda (2008) pada penelitian tentang kompor biomassa UB-03 dengan hasil bahwa 1 kg bahan bakar bisa dinyalakan api selama 1 jam.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2006 membuat peraturan pedoman pembuatan kompor dengan bahan bakar briket batubara dan kompor

dengan bahan bakar padat berbasis batubara untuk Industri kecil dan rumah tangga. Prinsip perancangan sebagai berikut :

Kompur dengan bahan bakar briket batubara atau bahan bakar padat berbasis batubara dirancang untuk melakukan pembakaran yang memenuhi persyaratan pembakaran sempurna. Prinsip pembakaran dalam kompor harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. Pencampuran kontak aliran udara dengan bahan bakar dalam ruang bakar kompor harus baik sehingga dapat membakar bahan bakar dengan pasokan udara cukup.
- b. Suhu dalam ruang bakar harus cukup tinggi selama berlangsungnya pembakaran. Suhu pembakaran zat terbang dimulai pada suhu 200°C hingga suhu 400°C, suhu pembakaran sisa karbon dimulai pada suhu di atas 400 °C.
- c. Waktu yang tersedia cukup untuk membakar bahan bakar secara sempurna.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan kompor adalah sebagai berikut :

- a. Geometri ruang bakar kompor
- b. Ketebalan unggun bahan bakar (*fuel bed*)
- c. Sistem kisi (*grate*)
- d. Ukuran dasar alat memasak atau bejana yang digunakan
- e. Bahan konstruksi
- f. Konfigurasi letak lubang-lubang pasokan udara pembakaran
- g. Suhu dinding kompor

Prayogo (2009) menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa kapasitas bahan bakar tidak mempengaruhi warna dan besarnya nyala api tetapi berpengaruh pada waktu pengoprasian atau penyalaan awal kompor Belonio. Kecepatan udara mempengaruhi besarnya nyala api dan temperatur pembakaran. Kecepatan udara 2,82 m/s menghasilkan nyala efektif 36 menit, kecepatan udara 2,31 m/s menghasilkan nyala efektif 45 menit dan kecepatan udara 1,90 m/s menghasilkan nyala efektif 48 menit (Subroto dan Prastiyo, 2013)

## **B. Bahan Bakar Arang**

Proses pembuatan arang adalah metode atau teknologi karbonisasi dengan memanaskan biomassa padat seperti kayu, kulit kayu, bambu, sekam padi, dll pada suhu 400 – 600°C dengan tidak ada sama sekali udara atau oksigen.

Karbonisasi atau pembuatan arang adalah konversi energi dari biomassa yang tujuan utamanya peningkatan nilai kalor (Yokayama, 2008).

Proses pengarangan atau karbonisasi terdiri dari 4 tahap penting yaitu :

- a. Pada suhu 100-120°C, terjadi penguapan air dan sampai suhu 270°C mulai terjadi peruraian selulosa.
- b. Pada suhu 270-310°C terjadi reaksi exsetemik dimana terjadi penguraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirolignat gas kayu dan sedikit tar.
- c. Pada suhu 310-500°C terjadi peruraian lignin, dihasilkan lebih banyak tar sedang larutan pirolignat menurun.
- d. Pada suhu 500-1000°C merupakan tahap pengarangan /karbonisasi atau peningkatan kadar karbon (Malik, 2012).

Bahan bakar arang kayu termasuk kedalam bahan bakar padat, yang memiliki nilai kalor berkisar 25000 - 32000 kJ/kg. Komposisi kimia arang kayu terdiri atas 92,04% C, 2,45% H, 2,96% O, 0,53% N, 1,00 S, dan 1,02% abu dengan kadar air alami 0,5-0,6% (Haryanto, 2009). Mutu arang yang baik dihasilkan pada temperatur 500 - 600 C selama waktu pengarangan 2 - 3 jam dengan hasil nilai kalor 7.032,22 - 7.177,87 kal/g, kadar karbon 66,79 - 77,73%, kadar air 0,29 - 0,53%, kadar abu 7,90 - 16,44%, kadar sulfur negatif, dan kadar zat terbang 11,93 - 19,99% (Purwanto, 2011).

Secara kimia jaringan kayu merupakan senyawa kompleks gabungan beberapa polimer, yang diantaranya adalah holocellulose ( $C_6H_{10}O_5$ ) yang berjumlah sekitar 70 - 80 % dan sisanya adalah lignin ( $C_{10}H_{11}O_2$ ). Lignin merupakan komponen kimia yang menentukan nilai kalor kayu

### **C. Kebutuhan Udara Pembakaran**

Komposisi udara bersih sangat bervariasi dari satu tempat ke tempat yang lain di seluruh dunia. Rata-rata presentase (per volume) gas dalam udara bersih dan kering, Nitrogen ( $N_2$ ) 78%; Oksigen ( $O_2$ ) 20,8%; Argon (Ar) 0,9%; Karbon dioksida ( $CO_2$ ) 0,03% ; Gas lain 0,27%. Gas lain meliputi helium, neon, krypton, xenon, hidrogen, dan methan. Udara juga mengandung uap air tetapi jumlahnya bervariasi. Udara basah (misal di wilayah hutan tropis) bisa mengandung 6% uap air (Raharjo, 2009).

Secara kimiawi proses pembakaran adalah reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon dan sulfur yang terkandung di dalam biomassa dengan oksigen dari

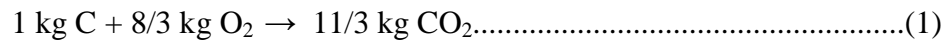


udara. Jika karbon dibakar dengan jumlah oksigen yang cukup dihasilkan karbon dioksida dengan disertai sejumlah panas (Yunus, 2002). Proses pembakaran adalah reaksi yang sangat cepat antara bahan bakar dengan oksider untuk menghasilkan produk. Dalam hal ini oksider adalah udara. Udara terdiri atas 21 % oksigen dan 79 % nitrogen (basis molal).

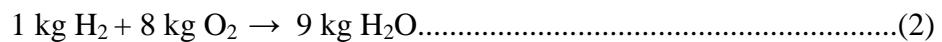
Persyaratan terjadinya pembakaran sempurna apabila :

1. Semua Carbon C yang terdapat di dalam bahan bakar menjadi CO<sub>2</sub> di dalam produk.
2. Semua Hidrogen H yang terdapat dalam bahan bakar menjadi H<sub>2</sub>O di dalam produk.
3. Semua Sulfur S di dalam bahan bakar menjadi SO<sub>2</sub> di dalam produk.

Reaksi pembakaran carbon dengan oksigen adalah



Reaksi pembakaran antara hidrogen dengan oksigen adalah



Reaksi pembakaran antara sulfur dengan oksigen adalah



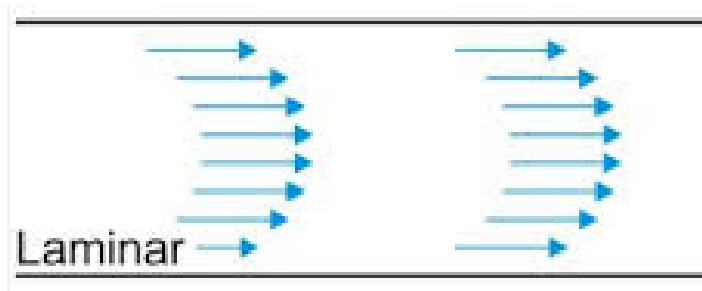
**D. Aliran Udara**

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Pemanasan oleh matahari, maka udara memuai. Tekanan udara yang telah memuai massa jenisnya menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun. Udara

disekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dikarenakan konveksi. Sedangkan udara adalah termasuk dalam kelompok zat gas yang karena sifat molekulnya maka udara dapat mengalir. Sehingga udara adalah termasuk dalam kelompok zat alir

Pada penelitian ini udara yang dihasilkan dengan penggunaan kipas. Udara adalah klasifikasi aliran fluida yang compressibel atau mampu mampat yang dicirikan dengan berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran. Udara dari penggunaan blower untuk menghasilkan udara pembakaran.

Aliran laminer adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisan-lapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Alirannya relatif mempunyai kecepatan rendah dan fluidanya bergerak sejajar dan mempunyai batasan-batasan yang berisi aliran fluida. Partikel fluida mengalir atau bergerak dengan bentuk garis lurus dan sejajar. Laminar adalah ciri dari arus yang berkecepatan rendah dan partikel sedimen dalam zona aliran berpindah dengan menggelinding (*rolling*) ataupun terangkat (*saltation*). Pada laju aliran rendah, aliran laminer tergambar sebagai filamen panjang yang mengalir sepanjang aliran lihat Gambar 3.



Gambar 3. Aliran laminar

Udara memiliki viskositas rendah yang tidak memunculkan efek gesekan yang signifikan dengan permukaan saluran. Pengaruh dari viskositas yang terjadi antara fluida dengan permukaan solid dapat memperlambat kecepatan relatif.

Udara pembakaran (*combustion air*) adalah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran yang terdiri dari: udara primer, udara sekunder dan udara tersier.

- a. Udara primer adalah udara yang dipasok dari bawah kisi dan berkontak langsung dengan bahan bakar, berfungsi untuk membakar komponen karbon tertambat (*fixed carbon*).
- b. Udara sekunder adalah udara yang dipasok di atas unggun bahan bakar, yang berfungsi untuk membakar komponen zat terbang (*volatile matter*) untuk penyempurnaan pembakaran.
- c. Udara tersier adalah udara tambahan yang dipasok di atas udara sekunder yang berfungsi untuk membantu kesempurnaan pembakaran.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015 di Laboratorium Alat dan Mesin Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

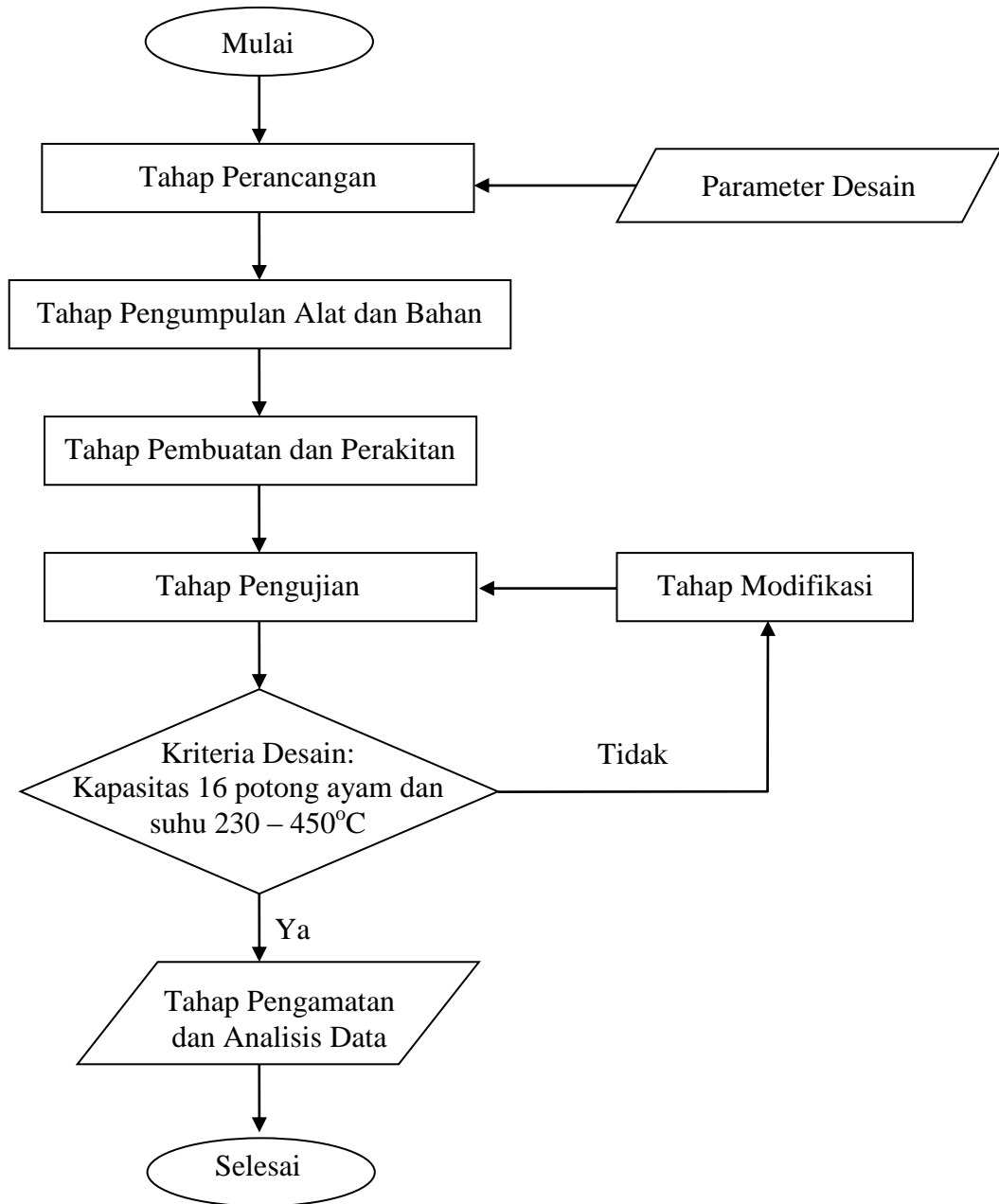
#### **B. Alat dan Bahan**

Alat yang diperlukan untuk pembuatan Tungku mesin pemotong besi, las listrik, las karbit, bor listrik, gerinda, *raguum*, martil, penggaris besi, jangka sorong, kipas (blower). Alat untuk pengukuran parameter adalah stopwatch, neraca, termokopel tipe k, termometer dan komputer.

Bahan yang diperlukan adalah bahan plat baja stenlis, plat siku, plat besi 5 mm bahan bakar arang tempurung kelapa dan ayam potong.

#### **C. Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian yaitu tahap perancangan, tahap perakitan, tahap pengujian hasil perancangan, tahap pengamatan dan tahap analisis data. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir prosedur penelitian

## **D. Kriteria Desain**

Kriteria desain yang diterapkan pada mesin tungku panggangan yaitu mampu memanggang makanan sebanyak 16 potong ayam dan menghasilkan suhu memasak 230-450°C. Alat ini menggunakan blower listrik sebagai suplay udara ke dalam ruang bakar untuk pembakaran arang. Mesin ini dirancang menggunakan prinsip kerja mekanis, dimana pengerjaannya dilakukan oleh operator dalam proses pemasukan bahan bakar, penyalaan awal, pemanggangan dan proses pengambilan abu pembakaran dilakukan secara manual.

## **E. Analisis Desain Alat**

### **1. Kapasitas alat**

Alat ini didesain dengan kapasitas 16 potong. Analisis 16 potong ayam berdasarkan luasan bahan satu ekor ayam dengan berat hidup 1,2 kg yang dibagi menjadi 4 potong, 2 potong bagian dada dan 2 potong bagian paha. Luas 1 potong ayam rata-rata adalah 95 cm<sup>2</sup>. Maka kapasitas alat 16 potong membutuhkan 1520 cm<sup>2</sup> dan ditambahkan jarak antar bahan menjadi 1800 cm<sup>2</sup> dengan ukuran panjang 60 cm dan lebar 30 cm.

### **2. Suhu pemanggangan**

Suhu yang tepat untuk memasak ayam agar matang merata dan tetap lembab menggunakan suhu 230-450°C. Analisis suhu pemanggangan berdasarkan asumsi dan perhitungan sebagai berikut :

Massa bahan bakar	= 2 kg
Energi per kg bahan bakar	= 32000 kJ
Efisiensi pembakaran	= 20%
Kapasitas rak panggang	= 16 potong
Berat rata-rata ayam/potong	= 125 gram
Cp ayam	= (0,837 + 0,034 (0,32)) kJ/kg°C = 0,848 kJ/kg°C
Cp udara	= 1,04 kJ/kg°C
Cp logam	= 0,461 kJ/kg°C
Mudara	= 25,44 kgUdara
Mlogam	= 5 kg
Mbahan	= 2 kg
Kadar air ayam	= 32%

$$E_f \text{ pembakaran} \times \text{energi} = M_{\text{bahan}} C_p \Delta T + M_{\text{udara}} C_p \Delta T + M_{\text{logam}} C_p \Delta T$$

(Heldman dan Singh, 1980)

$$0,2 \times (2 \times 32000 \text{ kJ}) = 2 \text{ kg} \times 0,848 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \Delta T + 25,44 \text{ kgUdara} \times 1,04 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times$$

$$\Delta T + 5 \text{ kg} \times 0,461 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \Delta T$$

$$12800 \text{ kJ} = 33,5786 \text{ kJ/}^\circ\text{C} \Delta T$$

$$\Delta T = 12800 \text{ kJ} / 33,5786 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$$

$$= 381,1^\circ\text{C}$$

Analisis perhitungan suhu untuk pemanggangan menghasilkan 381,1°C.

### 3. Penentuan kipas

Penentuan blower yang digunakan adalah pada umumnya dijual dipasaran. Pada rancangan alat ini menggunakan blower dengan daya 150 watt. Penentuan ini berdasarkan atas perhitungan teoritis sebagai berikut.

$$P = 150 \text{ Watt}$$

$$D = 2 \text{ inch}$$

$$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 0,593$$

$$P_e = c_p \frac{1}{2} \rho A V^3$$

$$150 = 0,593 \times \frac{1}{2} \times 1,29 \times 0,002026 \times V^3$$

$$150 = 0,000775 \times V^3$$

$$V^3 = 150/0,000775$$

$$V^3 = 193548,38 \text{ m/s}$$

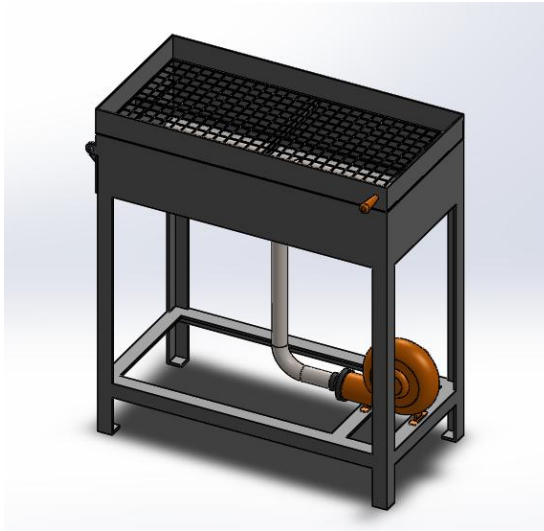
$$V = 57,83 \text{ m/s}$$

Blower dengan daya 150 watt dan diameter 2 inch mampu menyuplai kebutuhan udara pembakaran.

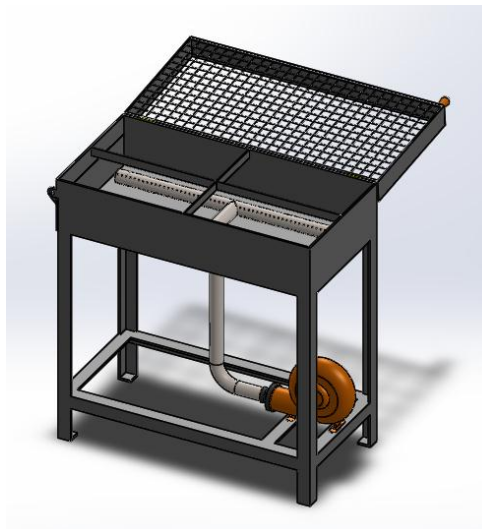
### F. Rancangan Fungsional dan Struktural

Tungku panggangan yang dibuat berdasarkan fungsional dan struktural dibagi menjadi berbagai bagian antara lain : rangka dan ruang bakar, rak pemanggangan, pintu pembuangan abu, pipa saluran udara masuk, pipa nozel, engsel, sok blower, kipas (blower). Konstruksi tungku panggangan ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 serta gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 31 dan 40 di lampiran.





**Gambar 5.** Tungku pangangan



**Gambar 6.** Tampak dalam

### **1. Rangka dan ruang bakar**

Rangka alat pemanggang terbuat pelat siku dengan ketebalan 5 mm dan ruang bakar terbuat dari plat strip dengan ketebalan 5 mm, rangka dan ruang bakar dibuat dengan dimensi tinggi 63 cm, panjang 60 cm dan lebar 30 cm berfungsi untuk penopang tungku dan penampung bahan bakar. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 32 di lampiran .

## **2. Rak pemanggang**

Rak pemanggang terbuat dari bahan stainless steel berbentuk persegi panjang dengan panjang 60 cm dan lebar 30 cm dan terdapat mesh berbentuk segi empat. Berfungsi sebagai penampung bahan panganan. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 33 di lampiran .

## **3. Pintu pembuangan abu**

Pintu pembuangan abu terbuat dari plat strip dengan tebal 4 mm dilengkapi dengan engsel untuk buka tutup dan pengunci. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 34 di lampiran.

## **4. Pipa saluran udara masuk**

Pipa saluran udara masuk berdiameter 30 mm. Berfungsi menyalurkan udara dari blower ke tungku dengan saluran nozel. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 35 di lampiran.

## **5. Pipa nozel**

Nozel pengeluaran udara dibuat sebanyak 44 dan berukuran 2 mm. Berfungsi sebagai saluran udara keluar sebagai penambahan udara pembakaran. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 36 di lampiran.

## **6. Engsel**

Engsel yang di gunakan adalah jenis kupu-kupu berukuran 2 inch berfungsi untuk alat bantu buka tutup yang dipasang pada rak pemanggangan. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 37 di lampiran.

## **7. Sok**

Sok berfungsi untuk pemasangan pipa penyaliran udara dan blower. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 38 di lampiran.

## **8. Kipas (Blower)**

Blower yang digunakan adalah tipe sentrifugal yang bekerja dengan gerakan aliran udara masuk sejajar dengan poros kipas dan keluar kipas dengan arah tegak lurus terhadap poros kipas, dengan spesifikasi diameter 3 inch, rpm 3000/3600 dan volt 220 volt. Berfungsi untuk penyuplai aliran udara pembakaran. Gambar rancangan dapat dilihat pada Gambar 39 di lampiran.

## **G. Uji Kinerja Alat**

### **a. Uji kapasitas bahan bakar**

Penelitian ini dilakukan dengan bahan bakar arang tempurung kelapa.

### **b. Uji pembakaran tanpa beban**

Penelitian ini dilakukan tanpa beban dengan 3 kali ulangan. Bahan bakar sebanyak kapasitas ruang bakar yaitu 2 kg yang dilakukan untuk mengetahui suhu, kebutuhan udara dan lama proses pembakaran sampai habis.

### **c. Uji pembakaran dengan bahan**

Uji dengan bahan untuk mengetahui kapasitas tampung rak panggangan, lama pemanggangan, kriteria matang, penurunan bobot dan jumlah bahan bakar yang terpakai.

## H. Parameter yang Diukur

### a. Warna proses pembakaran arang dan pemanggangan

Warna proses pembakaran arang dan pemanggangan diamati secara visual dan didokumentasi menggunakan kamera.

### b. Suhu

Suhu yang diukur meliputi suhu pada rak panggangan ( $^{\circ}\text{C}$ ) pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermokopel selama pengujian.

### c. Jumlah bahan bakar

Jumlah bahan bakar adalah jumlah kapasitas ruang bakar arang (kg) dan jumlah arang yang terpakai selama proses pemanggangan menggunakan alat ukur neraca.

### d. Waktu pembakaran

Waktu pembakaran adalah lama pembakaran (menit) bahan bakar sampai habis dan lama pemanggangan (menit) menggunakan alat ukur stopwatch.

### e. Penurunan bobot bahan

Penurunan bobot bahan sampel (gram) menggambarkan jumlah air yang menguap atau dapat menunjukkan kadar air saat itu. Sampel ditimbang sebelum pemanggangan dan sesudah pemanggangan.

## I. Analisis Data

### 1. Energi Bahan Bakar Arang

$$Q_{\text{bba}} = m \times N_{\text{bb}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

$Q_{\text{bba}}$  = Kalor hasil proses pembakaran (kJ)

$N_{\text{bb}}$  = Nilai kalor bahan bakar arang (kJ/ kg)

$m$  = Massa bahan bakar (kg)

### 2. Energi Listrik yang Terpakai dari Penggunaan Kipas

$$Q_k = D_k \times t \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

$Q_k$  = Energi listrik yang terpakai oleh penggunaan kipas (kWh)

$D_k$  = Tenaga kipas (kW)

$t$  = Waktu pembakaran (jam)

### 3. Energi penggunaan spritus

$$Q_{\text{mt}} = N_{\text{m}} \times B_{\text{m}} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

$Q_{\text{mt}}$  = Energi spritus (kJ)

$N_{\text{m}}$  = Nilai kalor spritus( kJ/l)

$B_{\text{m}}$  = Massa spritus (l)

## J. Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran

Secara teoritis kebutuhan oksigen dihitung atas dasar stokiometri reaksi kimia pembakaran seperti pada persamaan (1), (2) dan (3)

Jumlah oksigen teoritis dihitung dengan penjumlahan molar molekul oksigen

Karena komposisi udara adalah 21% O<sub>2</sub> dan 79%N<sub>2</sub> maka jumlah udara total

untuk pembakaran arang :

$$M = (O_2/0,21) \times M \text{ arang} \dots\dots\dots(7)$$

Kebutuhan udara pembakaran bahan bakar sebanyak kg arang dihitung sebagai berikut :

$$W = M (\text{kgUdara}) \times N (\text{kg}) \dots\dots\dots(8)$$

Volume udara pembakaran dengan ( $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$ )

$$V = W \times \rho \dots\dots\dots(9)$$

Debit udara pembakaran

$$Q = V/s \dots\dots\dots(10)$$

Kecepatan udara di nozel

$$v \text{ nozel} = Q (\text{m}^3\text{s}^{-1}) / (1/4(\pi)(d \times 10^{-3})^2) \dots\dots\dots(11)$$

Kecepatan udara di blower

$$v \text{ blower} = Q (\text{m}^3\text{s}^{-1}) / (1/4(\pi)(d)^2) \dots\dots\dots(12)$$

## K. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui penerapan alat pengering ini di masyarakat. Biaya yang dianalisis meliputi Biaya tetap pertahun (bunga dan angsuran), biaya tidak tetap (bahan bakar, kebutuhan listrik dan upah tenaga

kerja). Penyusutan alat dihitung menggunakan metode garis lurus Persamaan-persamaan dalam menghitung analisis biaya meliputi :

1. Biaya tetap pertahun (BT)

$$BT = ( P - S ) \text{ crf } (i,n)$$

2. Kapasitas kerja alat pemanggang (Q)

$$Q = \frac{W}{T}$$

3. Biaya tetap perpotong ayam panggang (BTB)

$$BTB = \frac{BT}{W}$$

4. Biaya tidak tetap perpotong ayam panggang (BTT)

$$BTT = U + BL + BK$$

5. Biaya pokok pemanggangan perpotong ayam (BP)

$$BP = BTB + BTT$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian rancang bangun dan uji kinerja alat panggangan untuk memanggang ayam dengan bahan bakar arang tempurung kelapa adalah :

1. Telah dihasilkan alat panggangan dengan kapasitas bahan bakar untuk arang tempurung kelapa adalah sebanyak 2 kg yang habis terbakar selama 110 menit dengan suhu tertinggi rata-rata 416,3°C. Kapasitas tampung rak panggangan mencapai 16 potong paha ayam dan 18 potong dada ayam dengan rata-rata waktu pemanggangan ayam selama 4,84 menit dan waktu untuk menyiapkan bahan dan pengambilan hasil panggangan selama 2 menit dalam satu kali proses pemanggangan.
2. Waktu optimum proses pemanggangan adalah selama 40 menit dengan waktu jeda 20 menit dalam 1 jam. Diperoleh kapasitas kerja tungku panggangan ini untuk bagian dada ayam adalah 144 potong/jam dan bagian paha ayam 142 potong/jam.
3. Penurunan bobot bahan setelah pemanggangan rata-rata mencapai 20,5% untuk bagian paha dan 11,3% untuk bagian dada.
4. Jumlah bahan bakar yang terpakai saat pemanggangan sebanyak 1186 gram/jam. Proses pembakaran arang membutuhkan udara pembakaran



sebanyak 15,27 kgUdara/kgbb/Jam. Energi yang dihasilkan dari 1186 gram arang adalah 40324kJ.

5. Suplay blower untuk kebutuhan udara pembakaran selama pemanggangan menghasilkan volume udara adalah 11,7 m<sup>3</sup>, debit udara sebanyak 0,0039 m<sup>3</sup>/s dan kecepatan udara pada nozel adalah 28,3 m/s dan kecepatan udara pada blower adalah 1,84 m/s
6. Biaya pokok untuk pemanggangan ayam tiap potong ayamnya adalah Rp. 96,5/potong.

## **B. Saran**

1. Diperlukan pengembangan alat tungku pemanggang guna meningkatkan kinerja.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan fokus kombinasi bahan bakar yang digunakan, kombinasi penggunaan blower dan nozel serta bahan yang di panggang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Contaned Energy Indonesia PNPM. 2013. *Energy yang Terbarukan*. Buku Panduan. [www.Containedenergy.com](http://www.Containedenergy.com). 24 November 2013
- Haryanto, A. 2012. *Energi Terbarukan. Modul Kuliah*. Jurusan Teknik Pertanian. FP. UNILA. Bandar Lampung. Hal 16.
- Heldman D.R. dan R.P. Singh. 1980. *Food Process Engineering*, second edition, AVI Publishing Company.ING. Westport. Connecticut. 416 hlm
- Malik, U. 2012. Penelitian Berbagai Jenis Kayu Limbah Pengolaahan Untuk Pemilihan Bahan Baku Briket Arang. *Jurnal Ilmiah Edu Research*. Vol. 1 No.2. Hal 21 - 31
- Nurhuda, M. 2008. Kompor Biru Berbahan Bakar Sampah. *Majalah Gatra* 9 Juli. Diakses pada tanggal 18 Januari 2015. [www.digilib-ampl.net](http://www.digilib-ampl.net).
- Prayogo, A. 2009. Pembuatan dan Uji Kenerja Kompor Gas “Belonio” Berbahan Bakar Biomassa. *Skripsi*. Jurusan Teknik Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Purnomo, H. 1996. *Dasar-dasar Pengolahan dan Pengawetan Daging*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Purwanto, J. 2011. Arang Dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit. Balai Riset dan Standardisasi Industri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 29 No. 1: 57-66
- Raharjo, M. 2009. *Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan dan Kesehatan Manusia*. FKM UNDIP Disajikan dalam Penyuluhan pada Anak SMU oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang. <http://eprints.undip.ac.id>. 12 Januari 2015.
- Subroto, D . 2013. Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Melalui Pengaturan Kecepatan Udara Pembakaran. *Jurnal Media Mesin*. Vol. 14, No. 2 Hal 51 - 58.

- Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Cetakan Ke-5. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 346 hlm
- Triyantini, Abubakar, S. Roswita, dan H. Setiyanto. 2000. Mutu Karkas Ayam Hasil Teknik Pemotongan Berbeda. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner 2000. Balai Penelitian Ternak P.O. Box. 221, Bogor 16002
- Yokayama, S. 2008. *Asian Biomass Handbook*. The Japan Institute of Energy. Japan. 351 hlm.
- Yunus, D. 2002. *Termodinamika Teknik II*. Universitas Darma Persada. Jakarta. [www.ft.unsada.ac.id](http://www.ft.unsada.ac.id). 31 Desember 2014
- Yusgiantoro, P. 2006. *Pedoman Pembuatan Dan Pemanfaatan Briket Batubara Dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.