

# Alat Ukur Kalor Dengan Media Kompor Gasifikasi Menggunakan Metode *Water Boiling Test*

1<sup>st</sup> Daffa Radytio Farrel Suratini  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
daffaradytio@student.telkomuniversity.  
ac.id

2<sup>nd</sup> Suwandi  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
suwandi@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Nurwulan Fitriyanti  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**— Gasifikasi adalah proses konversi thermokimiawi dari bahan bakar yang mengandung karbon (padat ataupun cair) menjadi gas yang disebut gas sintesis. Penerapan gasifikasi pada kompor gasifikasi digunakan untuk pengukuran kalor. Untuk mencari nilai kalor dapat menggunakan 2 metode pengukuran Water Boiling Test (WBT) pada kompor gasifikasi dan kalorimeter bom. Untuk membantu membuat alat ukur kalor terjangkau terdapat data atau persamaan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, berupa persamaan kalorimeter bom model yang didapatkan dari pemodelan kompor gasifikasi dengan memanfaatkan nilai kalor kompor gasifikasi dan kalorimeter bom penelitian sebelumnya. Penggunaan persamaan kalorimeter bom model bertujuan untuk mendapatkan nilai prediksi (kalorimeter bom model) dengan nilai yang asli (kalorimeter bom asli). Dari 2 Persamaan kalorimeter bom model yang digunakan dalam pengujian data nilai error rata – rata terkecil sebesar 8,36%. Alat ukur kalor ini juga dapat menampilkan nilai suhu air, massa air, nilai kalor total, dan nilai kalorimeter bom model sebagai output secara real time yang ditampilkan di LCD..

**Kata kunci**— *gasifikasi, kalor, kalorimeter bom model, water boiling test*

## I. PENDAHULUAN

Untuk pengukuran kalor ada 2 metode yang sering digunakan, yaitu metode *Water Boiling Test* (WBT) dan metode kalorimeter bomb. Pengukuran menggunakan metode kalorimeter bom dapat menghitung nilai kalor dengan sangat baik dikarenakan tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan serta sangat fleksibel karena bisa dilakukan didalam ruangan. Namun terdapat kekurangan dalam pengukuran metode ini, yaitu harga dari alat ukur yang relative mahal dan memerlukan sumber daya manusia yang bisa dan paham dalam mengoperasikan alat dikarenakan dalam proses pengukuran menggunakan oksigen bertekanan tinggi yang memiliki resiko keamanan yang tinggi. Metode WBT adalah suatu proses pengukuran secara tidak langsung yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa baik kalor ditransfer air dibandingkan jika menggunakan kompor masak biasa. Kalor yang diukur pada proses transfer sama dengan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar yang digunakan di dalam kompor gasifikasi[1]. Metode WBT dilakukan secara terbuka oleh sebab itu, kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar tidak dapat terserap semua oleh air. Kelebihan dari pengukuran menggunakan metode WBT adalah proses pengambilan data yang lebih mudah dan aman ketimbang metode kalorimeter bom. Selain itu pengukuran ini memiliki harga alat pengukuran yang lebih terjangkau. Namun

pengukuran metode WBT memiliki korelasi dengan pengukuran metode kalorimeter bomb hal sudah dibuktikan oleh percobaan sebelumnya yang telah dilakukan oleh Yunita Rachmawati pada tahun 2021 [2]. Dihasilkan beberapa persamaan korelasi antara dua pengukuran kalor menggunakan metode WBT dan kalorimeter bom. Hasil percobaan mendapatkan nilai error antara nilai prediksi (kalorimeter bomb model) dengan nilai aslinya (kalorimeter bomb asli). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dua metode pengukuran tersebut memiliki hubungan yang sangat tinggi pada hasil korelasi kalorimeter bom asli terhadap kalorimeter bom model menghasilkan korelasi sangat kuat dengan nilai  $y = -1,0269x + 4208,3$  dan memiliki nilai  $R^2 = 0,83$ . Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur kalor yang memiliki harga terjangkau dengan media kompor gasifikasi dengan metode WBT. Dengan berbasis kalorimeter bom model yang telah dilakukan oleh Yunita Rachmawati [2]. Rancangan alat yang dibuat berbasis mikrokontroler dengan memiliki display output parameter – parameter yang diukur dan hasil dari persamaan pengukuran kalor dengan metode WBT secara *real time*.

## II. KAJIAN TEORI

### A. *Water Boiling Test* (WBT)

Metode yang digunakan pada pengujian gasifikasi adalah metode *Water Boiling Test* (WBT). Metode WBT adalah metode suatu proses pemasakan yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa baik energi panas berpindah pada alat masak dibandingkan jika menggunakan kompor masak [3]. Penggunaan metode WBT bertujuan untuk mengetahui jumlah energi dan efisiensi performa tungku serta pemindahan kalor yang dihasilkan bahan bakar ke dalam panci. Keunggulan yang dimiliki dari metode ini adalah dapat mengukur parameter performa kompor gasifikasi seperti pengukuran laju pembakaran, konsumsi spesifik bahan bakar, kemampuan pembakaran, dan penghematan bahan bakar [4]. Metode yang WBT memiliki 3 tahapan, yaitu :

#### 1. Cold Start – High Power

Ini adalah tahapan pertama pada metode WBT dimana tahap pengujian pada suhu ruangan dengan cara

memanaskan air pada kompor serta mengukur suhu air dari kondisi normal sampai mencapai titik didih air.

### 2. Hot Start-High Power

Tahap kedua adalah tahap pengujian kompor dengan mengganti air didalam panci yang sudah mencapai titik didihnya, diganti dengan kompor yang berisikan air pada panci baru dengan suhu normal. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan dan mengukur lama waktu memasak dari awal kompor menyala dengan kompor saat keadaan menyala.

### 3. Simmering-Low Power

Tahap ketiga adalah tahap pengujian kompor dengan memasak air pada panci kedua yang sudah mencapai titik didih selama 45 menit. Hal ini bertujuan untuk menguji kemampuan kompor dalam memasak menggunakan bahan bakar dengan jumlah minimal.

Zat aditif merupakan zat yang ditambahkan pada bahan bakar mesin motor ataupun diesel. Zat aditif juga sering disebut sebagai fuel vitamin. Fungsi dari penambahan zat aditif ini yaitu sebagai penghematan penggunaan bahan bakar, meningkatkan performa mesin.

## B. Kalorimeter Bom

Kalorimeter bom adalah alat ukur yang digunakan untuk melihat suatu nilai kalor bahan bakar cair maupun bahan bakar padat. Kalorimeter bom bisa juga dibidang merupakan pengukuran energi suatu materi secara terus menerus. Nilai kalor yang termasuk ke dalam sifat energi termodinamika adalah yang memiliki satuan kalori/gram. Metode ini digunakan untuk pengukuran dalam menentukan kalor reaksi pembakaran yang memiliki tujuan agar kalor dari hasil pembakaran tidak terbuang begitu saja ke lingkungan, maka kalor yang dihasilkan oleh pembakaran terserap oleh air dan bom.

Cara kerja atau pun tahapan kerja pada metode kalorimeter bom ini terjadi 6 tahapan. Pertama, sejumlah zat atau sampel yang akan diuji dan sebuah kumparan besi juga akan dibakar dan diletakkan diatas piring platina agar dapat menempel pada sampel atau zat yang akan diuji. Kedua, tutup dan keangkan kalorimeter bom. Ketiga, bom yang tersedia tersebut diisi dengan oksigen sampai tekannya tinggi hingga 25 atm. Keempat, masukkan bom di dalam kalorimeter yang berisi air. Kelima, setelah semuanya beraturan, kemudian selanjutnya listrik dikirim ke kawat logam dan setelah terbakar, suhu akan naik dan pengukuran dilakukan sesuai waktu setelah penyalaan. Saat suhu pembakaran bom tinggi, hal itu akan membuat suhu air di sekitar bom tetap terjaga dengan pengaduk. Keenam, kalorimeter, kapasitas panas bom, pengaduk dan thermometer ditentukan melalui eksperimen terpecah menggunakan zat yang diketahui memiliki panas pembakarannya yang tepat [2].

Minyak atsiri merupakan zat aditif yang ditambahkan pada bahan bakar di motor bakar. Zat ini berfungsi sebagai penghemat penggunaan bahan bakar minyak(BBM) kurang lebih 30%, meningkatkan power mesin sehingga performanya lebih optimal, dapat menghilangkan endapan dari sisa pembakaran dan korosi pada mesin dan juga mampu mengurangi atau menurunkan emisi atau gas buang[3]. Kandungan utama yang terdapat di dalam zat aditif merupakan minyak atsiri ini adalah *formula bio additive* organik yang

sudah pasti menggunakan 100% bahan alami dan tidak menggunakan bahan kimia apapun yang dapat meningkatkan nilaioktan pada bahan bakar minyak (BBM) sehingga pada proses pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna[3]. Proses penambahan minyak atsiri ini ditambahkan terlebih dahulu ke dalam bahan bakar. Alat yang digunakan sudah ada sistem injeksi hidrogen. Anjuran penggunaan untuk minyak atsiri yaitu untuk dosis awal yaitu 1 botol untuk 30 liter bensin. Selanjutnya 1 botol untuk 30 liter sampai 50 liter bensin. Caranya dengan diteteskan langsung ke bahan bakar. 1 botol minyak atsiri berisi 12 ml.

## C. Pemodelan Kompor Gasifikasi

Penggunaan pemodelan data dengan model regresi pada penelitian ini dalam bentuk interval dan rasio atau data asli. Korelasi dilakukan dengan tujuan untuk mencari korelasi data antara data kompor gasifikasi dan data kalorimeter bom. Regresi adalah suatu metode atau model pendekatan yang bertujuan untuk melihat adanya hubungan antara variable terikat terhadap variable bebas.

Dalam proses analisis regresi akan mendapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) untuk melihat apakah kedua variabel tersebut berhubungan atau tidak. Model regresi, memiliki nilai r (koefisien korelasi) digunakan untuk mengetahui rendah atau tinggi hubungan antara kompor gasifikasi dan kalorimeter bom, di mana nilai tersebut didapatkan dalam bentuk angka.

Kemudian dari nilai yang didapatkan akan diinterpretasikan hubungannya dengan parameter nilai korelasinya  $-1 \leq r \leq 1$ . Semakin tinggi nilai r mendekati 1 atau -1, selanjutnya hubungan antara kedua variabel tersebut semakin tinggi. Jika nilai r mendekati 0 maka hubungannya semakin rendah. Model matematis dilakukan bertujuan untuk pendekatan untuk mencari nilai error. nilai x adalah hasil korelasi data kompor gasifikasi dan nilai y adalah nilai sebenarnya atau nilai real yang didapatkan dari data kalorimeter bom. Adapun berikut adalah rumus untuk mencari korelasi dari model regresi dan mencari koefisien determinansi [2].

$$y = a + bx \quad [2]$$

dengan :

y = variabel terikat

x = variabel bebas

a, b = koefisien regresi

b. Analisis Regresi Polinomial

## D. Pengujian Model

Pengujian model dilakukan jika memiliki persamaan model matematis. Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan pengukuran baru nilai kalor pada kompor gasifikasi menggunakan metode WBT menggunakan sensor termokopel tipe k dan kalorimeter bom yang dilakukan di ITB. Nilai kalor kompor gasifikasi (x) dimasukkan ke dalam rumus persamaan model (y). Kemudian, akan diperoleh nilai kalorimeter bom model. Pengujian model dilakukan untuk mencari nilai error paling kecil, dan mencari koefisien determinasi untuk mengetahui korelasi antara kalorimeter bom asli dengan kalorimeter bom model. Pengujian nilai error dibutuhkan untuk membuktikan bahwa nilai dari pengukuran nilai kalor memiliki nilai error yang kecil. Berikut adalah rumus persamaan untuk mencari nilai error :  
 Nilai error :  $\frac{(\text{nilai acuan} - \text{nilai percobaan})}{\text{nilai acuan}} \times 100\% \quad [2]$

Dengan :

Nilai error = perbandingan nilai perkiraan dengan nilai asli

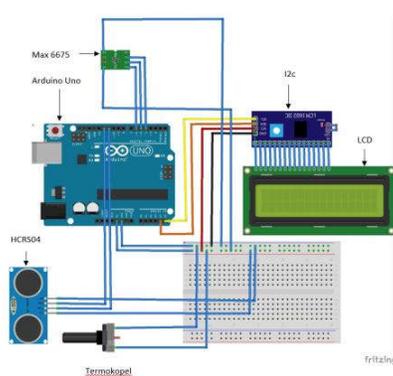
Nilai acuan = nilai yang dihitung dengan manual

Nilai percobaan = nilai yang dihasilkan dari pengujian

### III. METODE

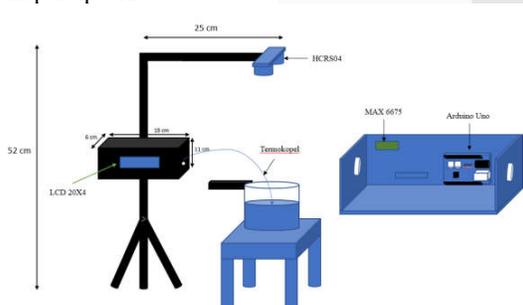
#### A. Kontruksi Alat

Gambar 1 dibawah merupakan skematik rangkaian alat ukur terdiri dari komponen sensor termokopel tipe-K, MAX6675, arduino uno, HCSR04 dan LCD. Termokopel tipe-K digunakan untuk mendeteksi suhu air didalam panci. MAX6675 digunakan sebagai pembaca sinyal dari termokopel tipe-K ke arduino uno agar dapat terbaca data yang telah diambil. HCSR04 digunakan untuk mencari nilai massa air. Arduino uno digunakan sebagai tempat untuk pengolahan data yang telah didapatkan. LCD berfungsi untuk menampilkan data yang telah diolah.



GAMBAR 1. Rangkaian Elektronik Sistem

Rancangan konstruksi alat ukur kalor dengan memanfaatkan termokopel tipe-K untuk mendapatkan nilai suhu dan HCRS04 untuk mendapatkan nilai massa air. HCRS04 dikondisikan di posisi atas seperti pada Gambar 1 agar dapat mendeteksi perubahan massa air pada proses WBT. Untuk tempat output (LCD), mikrokontroler, dan max 6675 diletakkan di dalam black box. Bagian samping black box dibolongi untuk tempat masuknya power dan termokopel tipe-K.



GAMBAR 2. Desain Alat Ukur Kalor

#### B. Perhitungan Nilai Kalor WBT

##### 1. Kalor Sensibel

Kalor sensibel dihitung untuk mengetahui jumlah kalor yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu dalam pengukuran. Kalor sensibel dihitung saat sebelum dan sesudah ketika suhu mencapai titik maksimum. Persamaan yang

digunakan untuk menghitung kalor sensibel yaitu [1]:

$$Q_{\text{sensibel}} = m_{\text{air}} \times C_{\text{air}} \times (T_f - T_i) \quad [1]$$

Dengan :

$Q_{\text{sensibel}}$  = Kalor sensibel air (KJ)

$m_{\text{air}}$  = massa air yang dididihkan (kg)

$C_{\text{air}}$  = Kalor spesifik air (1 kkal/kg°C)

$T_f$  = Temperatur air mendidih (°C)

$T_i$  = Temperatur air sebelum dididihkan (°C)

##### 2. Kalor Laten

Kalor laten adalah jumlah energi kalor yang diperlukan dalam proses menguapkan air [10]. Persamaan yang digunakan untuk menghitung persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{laten}} = W_e \times H_{\text{fg}} \quad [1]$$

$$W_e = m_a - m_b \quad [1]$$

Dengan :

$H_{\text{fg}}$  = Kalor laten air (540 kkal/kg)

$W_e$  = Massa air yang terevaporasi (massa uap)

(kg)

$m_a$  = massa air mula – mula (kg)

$m_b$  = massa akhir (kg)

##### 3. Kalor Total

Kalor total didapatkan dari hasil penjumlahan kalor sensibel ditambah dengan kalor laten. Adapun persamaan untuk mencari kalor total yaitu:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{sensibel}} + Q_{\text{laten}} \quad [2]$$

Dengan :

$Q_{\text{total}}$  = Kalor pembakaran zat (kal/gram)

#### C. Perhitungan Nilai Kalor Kalorimeter Bom

Untuk mengukur nilai kalor menggunakan kalorimeter bom dilakukan dengan cara yaitu dengan menempatkan sampel bahan bakar di dalam tabung oksigenasi yang dimasukkan ke dalam media endotermik (kalorimeter) dan sampel akan dibakar melalui api listrik dari kawat (pemanas) yang sudah dipasang di tabung

1. Jika dianggap bahwa tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan maka sistematis perhitungannya adalah [5]:

$$Q_{\text{reaksi}} = - (Q_{\text{air}} + Q_{\text{bom}}) \quad [2]$$

2. Kalor yang diserap air dihitung jumlah menggunakan rumus sebagai berikut [2] :

$$Q_{\text{air}} = m_{\text{air}} \times C_{\text{air}} \times \Delta T \quad [2]$$

dengan :

$m_{\text{air}}$  = massa air dalam kalorimeter (g)

$C_{\text{air}}$  = kalor jenis air dalam kalorimeter (J/g°C atau

J/gK)

$\Delta T$  = perubahan suhu (°C atau K)

3. Kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung jumlahnya menggunakan rumus sebagai berikut [2]:

$$Q_{\text{bom}} = C_{\text{bom}} \times \Delta T \quad [2]$$

dengan :

$C_{\text{bom}}$  = kapasitas panas bom (J/g°C atau J/gK)

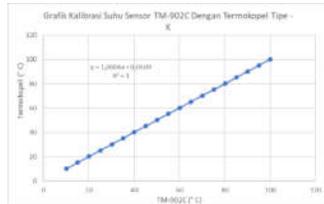
$\Delta T$  = perubahan suhu (°C atau K)

Untuk reaksi yang terjadi pada kalorimeter bom berlaku pada volume tetap ( $\Delta V = \text{not}$ ) [2].

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Suhu

Untuk mengetahui kelayakan sensor termokopel untuk mengukur suhu dilakukan dengan cara meninjau nilai error antara termokopel dan TM-902C. Data kalibrasi didapatkan dari pengukuran suhu air yang direbus menggunakan kompor gas dengan rentang suhu 10 °C – 100 °C dengan kenaikan suhu air setiap 5 °C.



GAMBAR 3. Kalibrasi Sensor Termokopel Tipe -K

Dari data hasil kalibrasi TM-902C dengan termokopel memiliki linearitas yang sangat baik. Berdasarkan grafik linear didapatkan nilai R2 atau koefisien determinasi sebesar 1 dan tingkat error rata- rata 0,23%. Sehingga, bisa disimpulkan bahwa sensor termokopel memiliki korelasi yang tinggi dan bisa dikatakan layak untuk digunakan.

B. Pengujian Sensor Jarak

Untuk mengetahui kelayakan sensor ultrasonik untuk mencari perbedaan ketinggian air yang berguna untuk mencari nilai massa air dilakukan dengan cara meninjau antara perhitungan jarak objek yang dapat ditangkap oleh ultrasonik dengan pengukuran menggunakan pengukuran secara manual menggunakan penggaris.



GAMBAR 4. Kalibrasi Sensor HCRS04

Data hasil kalibrasi sensor ultrasonik dengan perbandingan pengukuran manual menggunakan penggaris memiliki tingkat linearitas yang baik. Dengan mendapatkan nilai R2 atau koefisien determinasi sebesar 0,9992 dengan nilai error rata- rata sebesar 4,65%. Sehingga bisa dikatakan bahwa sensor ultrasonik layak untuk digunakan.

C. Profil Alat

Komponen dimasukkan kedalam black box berukuran 18 cm X 6 cm X 11 cm agar terlindung dari suhu panas. Black box ditempel ditiang yang berbentuk L dan diujungnya terdapat sensor ultrasonik.



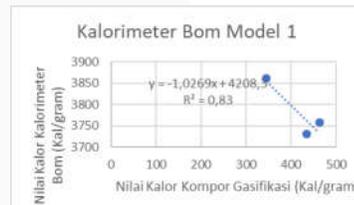
GAMBAR 5. Alat Ukur Kalor Tampak Dalam, Output, dan Penarapan

Proses pengambilan data nilai kalor kompor gasifikasi dilakukan di lingkungan Gedung P universitas Telkom. Dengan menggunakan metode WBT dengan melakukan pengukuran sebanyak 5 kali dengan mengvariasikan massa sampel atau bahan bakar yang digunakan.

D. Hasil Pengujian Model

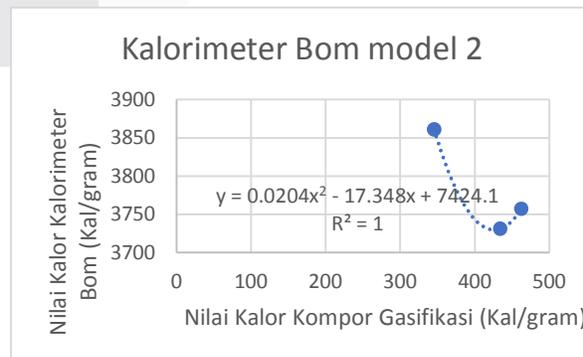
Dilakukan pengujian model yang memiliki tujuan untuk mengetahui model regresi yang baik digunakan dengan menghasilkan nilai korelasi yang tinggi dan nilai error yang terkecil. Pemodelan data didapatkan dengan menggunakan data peneliti sebelumnya, yaitu nilai kalor menggunakan metode pengukuran WBT pada kompor gasifikasi (x) dan nilai kalor kalorimeter bom asli. Kemudian, dari rumus yang telah didapatkan pada pemodelan (y) data digunakan untuk mendapatkan nilai kalorimeter bom model. Dilakukan dengan cara menggunakan nilai kalor pengukuran WBT data baru yang dimasukkan ke dalam rumus tersebut.

Kalorimeter bom model yang dipakai pada penelitian ada 2 yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya. Digunakan 2 kalorimeter bom model untuk bisa dibandingkan mana kalorimeter bom model yang lebih baik dan bisa digunakan ke dalam alat ukur. Bisa dilihat pada tabel 4.4 dan gambar dibawah ini adalah data kompor gasifikasi dan kalorimeter bom asli dari penelitian sebelumnya.



GAMBAR 6. Kalorimeter Bom Model 1

Pada gambar 6 diatas adalah grafik yang didapatkan dari data tabel 4.4 Kalorimeter bom model yang didapatkan adalah  $y = -1,0269x + 4208,3$  dan memiliki nilai R2 = 0,83. Nilai R2 yang didapatkan mendekati 1 sehingga bisa dikatakan bahwa hubugannya cukup kuat. Sehingga memungkinkan persamaan kalorimeter bom model tersebut untuk digunakan.

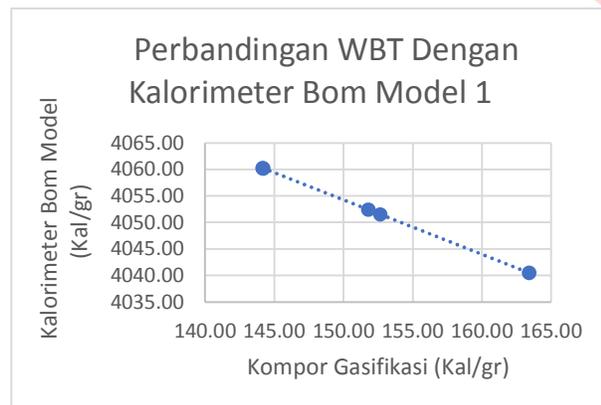


GAMBAR 7. Kalorimeter Bom Model 2

Kemudian pada gambar 7 merupakan persamaan kalorimeter bom model 2 yang digunakan. Dengan persamaan  $y = 0,0204x^2 - 17,348x + 7424,1$  dan memiliki nilai  $R^2 = 1$  sehingga bisa dikatakan persamaan kalorimeter bom model 2 memiliki nilai korelasi yang sangat kuat dan memungkinkan untuk digunakan.

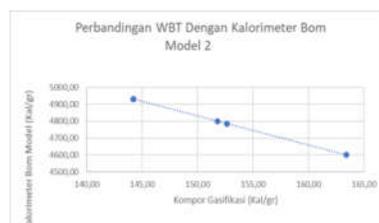
#### E. Pengujian Data

Pengujian data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan rumus (y) kalorimeter bom model dari peneliti sebelumnya. Kemudian, untuk mendapatkan nilai kalor kalorimeter bom model dilakukan dengan cara memasukkan nilai kalor kompor gasifikasi dengan variasi massa 2.300 gram, 2.100 gram, 1.900 gram, 1.700 gram, 1.600 gram (x) dari data baru yang dimasukkan ke dalam rumus (y). Pada pengujian data penelitian ini dilakukan pada tahap Cold-start high power saja. Dikarenakan pada tahap Cold-start high power ini tidak penambahan bahan bakar, sementara pada tahap Hot-start high power terdapat penambahan bahan bakar sehingga mempengaruhi nilai kalor. Sementara untuk tahap Simmering-low power tidak terdapat nilai kalor dikarenakan nilai kalor digabung dengan tahap Hot-start high power.



GAMBAR 8. Perbandingan WBT dengan Kalorimeter Bom Model 1

Pada Gambar 8 merupakan grafik perbandingan nilai kalor pengukuran WBT dengan kalorimeter bom model. Nilai kalor yang dihasilkan dari metode pengukuran WBT linear dengan pengukuran kalorimeter bom model range nilai kalor pada WBT sekitar 140 – 150, kecuali pada percobaan ke-1 didapatkan nilai kalor yang tinggi dibandingkan pada percobaan yang lain. Hal ini dikarenakan pengambilan data dilakukan dihari yang berbeda – beda sehingga kondisi cuaca yang berbeda – beda. Dan pengambilan data dilakukan diluar ruangan dan sangat mudah terpengaruh oleh angin sekitar. Dari kelima percobaan didapatkan nilai error terbesar pada percobaan pertama. Namun, rata – rata error dari kelima kali pengukuran yang didapatkan adalah sebesar 8,71 %.



GAMBAR 9. Perbandingan WBT dengan Kalorimeter Bom Model 2

Gambar 9 merupakan grafik perbandingan nilai kalor pengukuran WBT dengan kalorimeter bom model. Nilai kalor yang dihasilkan dari metode pengukuran WBT linear dengan pengukuran kalorimeter bom model. Selain itu persamaan kalorimeter bom model juga berpengaruh terhadap besar nilai kalorimeter bom model yang dihasilkan pada percobaan ke-1 didapatkan nilai kalor yang tinggi dibandingkan pada percobaan yang lain. Hal ini dikarenakan pengambilan data dilakukan dihari yang berbeda – beda sehingga kondisi cuaca yang berbeda – beda. Dan pengambilan data dilakukan diluar ruangan dan sangat mudah terpengaruh oleh angin sekitar. Dari kelima percobaan didapatkan nilai error terbesar pada percobaan pertama. Namun, rata – rata error dari kelima kali pengukuran yang didapatkan adalah sebesar 8,36 %.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ukur kalor pada penelitian ini menggunakan metode WBT dan menggunakan Persamaan kalorimeter bom model dari penelitain sebelumnya [5] untuk mencari nilai prediksi. Dari pengukuran yang didapat error pengukuran alat kalor penelitia ini dari 2 persamaan yang digunakan didapatkan nilai error rata – rata terkecil sebesar 8,36%. Penelitian ini berhasil merancang dan membuat alat ukur kalor yang dalam dilihat secara real time. output yang dihasilkan adalah suhu air, massa air, nilai kalor total, dan nilai kalorimeter bom model yang bisa dilihat secara langsung di LCD.

#### REFERENSI

- [1] A. M. R. Naisabur, "PENGARUH KEMIRINGAN LUBANG ATAS GASIFIER PADA KINERJA KOMPOR GASIFIKASI TIPE UPDRAFT," Telkom University, Bandung, 2021.
- [2] Y. Rachmawati, "KORELASI ANTARA PENGUKURAN KALOR WATER BOILING TEST DAN KALORIMETER BOM MENGGUNAKAN MODEL REGRESI," Universitas Telkom, Bandung, 2021
- [3] S. S. OTONG NURHILAL, "PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN SABUT DAN TEMPURUNG KELAPA TERHADAP NILAI KALOR BIOBRIKET DENGAN PEREKAT MOLASE," JIIF(Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika), vol. 2, no. 1, p. 12, 2018.
- [4] R. Hudoyo, "Penentuan Batas Maksimal Kontaminan Air Pada Oli Murni,"2013.