

## PERANCANGAN ALAT PERAGA *DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS* UNTUK ANALISIS TITIK LELEH MATERIAL INDIUM, TIMAH DAN SENG

Fitria Hidayanti<sup>1</sup>, Tri Yulianto<sup>1</sup>, Agus Sukarto Wismogroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, Jakarta 12520*

<sup>2</sup>*Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Serpong, Banten 1531*

*Email: fitriahidayanti@gmail.com, yulianto243@gmail.com*

### ABSTRACT

The aims this research was to designed a differential thermal analysis props to analyze the melting point of the material. Differential Thermal Analysis props have a furnace with a maximum temperature of 600 ° C. Temperature sensor used is a K-type thermocouple with a measurement range of -200 ° C to 1200 ° C. Controller is used to control the temperature of the furnace is Autonics with digital temperature controller type TK4M. Measurement of the value of the temperature in the furnace using an Arduino Uno microcontroller connected to LabVIEW software via USB. Measurement of the melting point of the material used these props are tested on material Indium (In), tin (Sn), and zinc (Zn) with a melting point 152,50C, 231,50C and 4250C.

Key words: differential thermal analysis, the melting point of indium, tin melting point, the melting point zinc

### PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan alam atau sains terbagi atas beberapa cabang ilmu, diantaranya adalah fisika. Oleh karena itu, hakikat yang dimiliki sains secara tidak langsung berlaku juga untuk fisika. Fisika maupun sains merupakan ilmu pengetahuan yang berdasarkan fakta, hasil-hasil pemikiran dan hasil-hasil eksperimen yang dilakukan para ahli. Ini sejalan dengan pendapat James Conant, yang menyatakan bahwa sains adalah suatu deretan konsep serta skema konseptual yang berhubungan satu sama lain, yang tumbuh sebagai hasil serangkaian percobaan dan pengamatan serta dapat diamati dan diuji lebih lanjut. Sedangkan menurut Kuslan Stone menyebutkan bahwa Sains adalah kumpulan pengetahuan dan cara-cara untuk mendapatkan dan mempergunakan pengetahuan itu. Sains merupakan produk dan proses yang

tidak dapat dipisahkan. "Real Science is both product and process, inseparably joint". Konsekuensi dari pernyataan ini adalah sains merupakan proses dan produk yang saling berkaitan. Ini berarti dalam mempelajari sains tidak dapat hanya mendengarkan lewat ceramah atau membaca buku teks, tetapi harus disertai dengan pengamatan dan percobaan di laboratorium. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam mendukung pembelajaran fisika sehingga penyampaian konsep dapat lebih baik yaitu tersedianya sarana yang salah satunya berupa alat peraga yang sesuai dengan materi pelajaran fisika yang akan diajarkan kepada siswa.

Widayanto mengungkapkan bahwa pada umumnya guru dalam pembelajaran mata pelajaran sains banyak yang menekankan pada pemberian informasi serta enggan melaksanakan kegiatan pembelajaran

menggunakan alat peraga ataupun melakukan kegiatan laboratorium. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Kurnianto dkk bahwa saat ini pembelajaran Fisika di SMA masih banyak menggunakan cara konvensional yaitu ceramah, kurangnya pemilihan metode pembelajaran ini akan menyebabkan proses pembelajaran kurang melibatkan siswa. Dalam proses pembelajaran dengan ceramah, siswa hanya menerima konsep yang diberikan oleh guru tanpa pernah membuktikan konsep tersebut.

Keterbatasan alat peraga pembelajaran di sekolah dan perguruan tinggi disebabkan mahalnya harga alat peraga dan minimnya dana untuk membeli alat-alat peraga tersebut. Salah satunya adalah alat peraga untuk menganalisa karakteristik termal suatu material. Alat yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik termal suatu material sudah banyak pilihannya. Salah satunya adalah *Differential Thermal Analysis* (DTA), yaitu teknik analisis termal suatu material dengan mengukur perbedaan temperatur antara temperatur material referensi dengan temperatur material sampel. DTA merupakan alat yang memiliki teknologi tinggi dan kompleks dan dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik sampel secara akurat. Keterbatasan tersebut mendorong peneliti untuk membuat alat DTA dengan mengembangkan setiap komponen yang terdapat pada alat tersebut agar menjadi alat analisa termal yang sederhana, mudah digunakan, dapat memberikan hasil yang tepat dan akurat, serta murah sehingga dapat terjangkau seluruh kalangan *user*, khususnya bagi kalangan mahasiswa [1]-[3].

Moh. Uzer Usman, mendefinisikan bahwa alat peraga pengajaran, *teaching aids* atau *audio visual aids* (AVA) adalah alat-alat yang digunakan guru ketika mengajar untuk membantu memperjelas materi pelajaran yang disampaikannya kepada siswa dan mencegah terjadinya verbalisme pada diri siswa. Belajar yang efektif harus dimulai dari pengalaman langsung atau pengalaman konkret dan menuju ke pengalaman yang lebih abstrak. Belajar akan lebih efektif jika dibantu dengan alat peraga pengajaran dibandingkan bila siswa belajar tanpa dibantu dengan alat pengajaran.

Dari definisi para ahli di atas, maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan sebagai media atau sarana yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan siswa melalui pengalaman sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar pada diri siswa secara alami serta melibatkan panca indera dalam menggunakannya untuk menunjang efektivitas pembelajaran. Dalam proses pembelajaran alat peraga dipergunakan dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar lebih efektif dan efisien. Sedangkan penggunaan alat peraga dalam pembelajaran fisika dimaksudkan agar siswa tertarik, senang dan mudah memahami konsep yang terkandung di dalamnya serta menantang kesanggupan berpikir siswa yang akhirnya siswa tidak takut dengan mata pelajaran fisika.

### ***Differential Thermal Analysis***

*Differential Thermal Analysis* adalah analisis termal yang menggunakan referensi sebagai acuan perbandingan hasilnya, material referensi ini biasanya material inert. Material sampel dan referensi dipanaskan secara bersamaan dalam satu tempat, perbedaan temperatur material sampel dengan temperatur referensi direkam selama siklus pemanasan dan pendinginan. Bentuk alat DTA dapat dilihat dalam Gambar 1.

DTA melibatkan pemanasan atau pendinginan dari material sampel dan referensi di bawah kondisi yang identik saat dilakukan perekaman dalam berbagai perbedaan temperatur antara material sampel dan referensi. Perbedaan temperatur ini lalu diplot berdasarkan waktu atau temperatur. *Differential temperature* juga dapat meningkat diantara dua sampel *inert* saat diberikan perlakuan panas yang tidak identik/berbeda. DTA digunakan untuk studi sifat termal dan perubahan fasa yang tidak mengakibatkan perubahan entalpi. Hasil pengujian DTA ini merupakan kurva yang menunjukkan diskontinuitas pada temperatur transisi dan kemiringan kurva pada titik tertentu akan bergantung pada mikrostruktur sampel pada temperatur tersebut.



Gambar 1. Alat Differential Thermal Analysis (DTA)

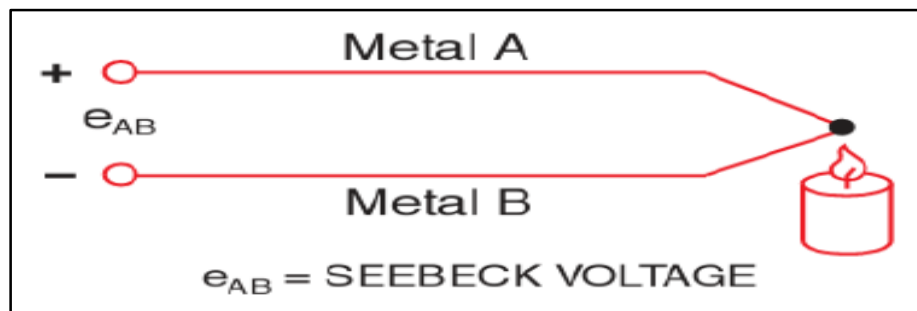
Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengujian DTA yaitu berat sampel, ukuran partikel, laju pemanasan, kondisi atmosfer, dan kondisi material itu sendiri. Jadi dapat didefinisikan bahwa DTA adalah teknik untuk merekap perbedaan temperatur antara material sampel dengan material referensi terhadap waktu atau temperatur, dimana kedua spesimen diperlakukan di bawah temperatur yang identik di dalam lingkungan pemanasan atau pendinginan pada laju yang terkontrol. Temperatur pada material sampel dan referensi akan sama apabila tidak terjadi perubahan, namun pada saat terjadinya peristiwa termal seperti pelelehan pada material sampel, maka temperatur dari material sampel dapat berada di bawah temperatur material referensi [4]-[6].

#### **Sensor Temperatur Termokopel**

D Sharon, dkk, mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Sensor secara umum didefinisikan sebagai alat yang dapat mengubah fenomena fisik kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik maupun tegangan. Fenomena fisik yang dapat menstimulasi sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan,

gaya dan sebagainya. Sedangkan sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat sinyal yang berbentuk dalam suatu sistem penginderaan jadi sebetulnya perbedaan antara sensor dan transduser adalah transduser adalah alat yang dapat mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain dimana transduser tersebut mengubah energi listrik pada bentuk energi non listrik sedangkan sensor adalah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi.

Temperatur adalah salah satu dari besaran fisika yang amat penting, temperatur didefinisikan sebagai ukuran relatif dari kondisi termal yang dimiliki suatu benda. Sensor temperatur adalah suatu transduser yang menangkap perubahan temperatur menjadi suatu besaran fisika lain, seperti tegangan atau arus. Sensor temperatur yang digunakan dalam alat ini adalah termokopel. Berdasarkan prinsip Seebeck yaitu menurut seorang fisikawan Estonia Thomas Johan Seebeck bahwa termokopel adalah sebuah detektor temperatur yang didalamnya terdiri dari dua buah jenis logam yang berbeda dimana kedua ujung bahan logam yang berlainan tersebut akan menghasilkan beda potensial yang berubah-ubah yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur lingkungannya [7]-[8].

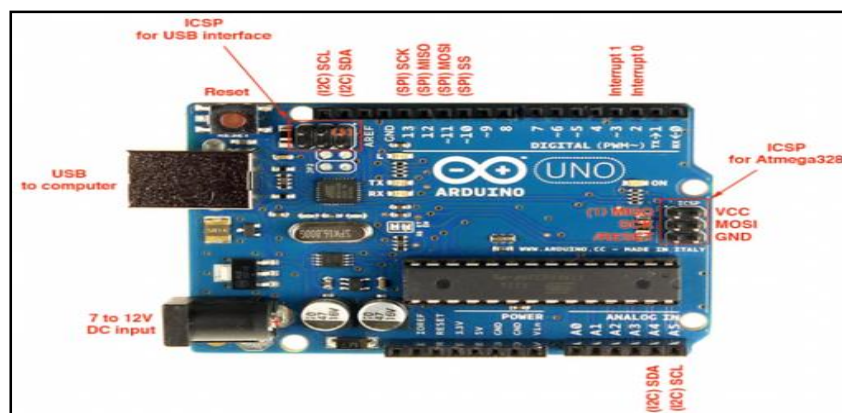


Gambar 2. Tegangan Seebeck yang Muncul Akibat Perubahan Temperatur pada Termokopel

### Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6

input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Tampak atas dari Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Board Arduino Uno

### LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah software pemrograman yang diproduksi oleh *National instruments* dengan konsep yang berbeda. Program LabVIEW dikenal dengan sebutan *Virtual instruments* (VI) karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrument. Pada LabVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan

menggunakan *control* dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VI untuk mengontrol *front panel*.

*Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu [9]:

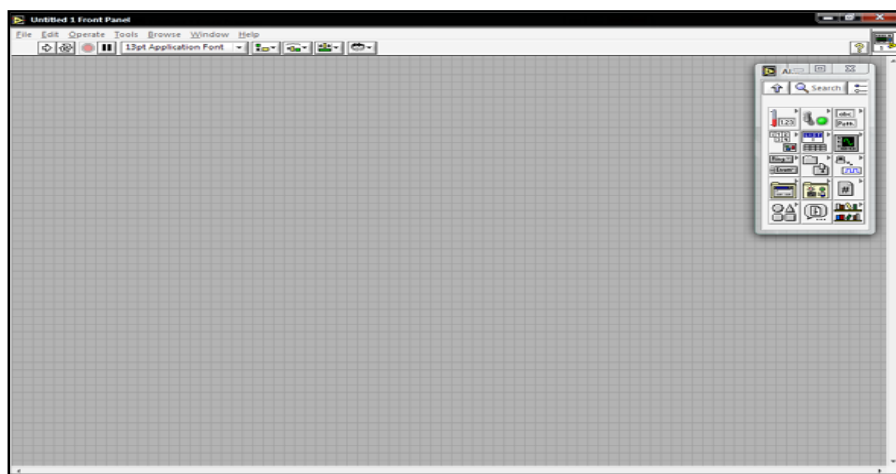
### **Front Panel**

*Front panel* adalah bagian *window* yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung *control* dan indikator. *Front panel* digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan

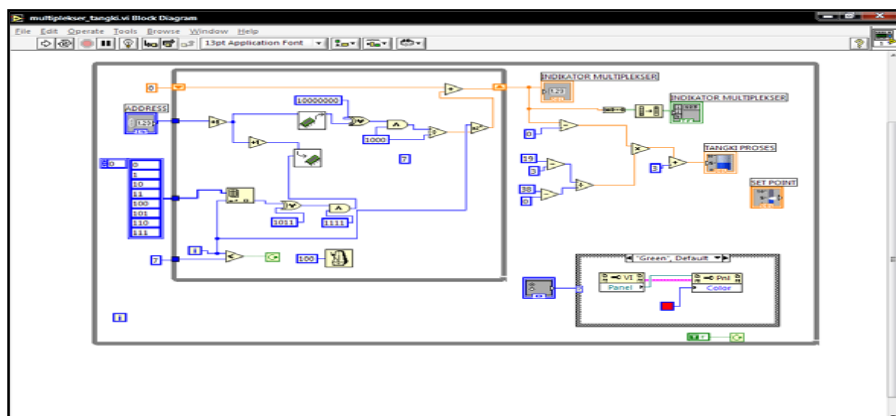
program dan *mendebug* program. Tampilan dari *front panel* dapat di lihat pada Gambar 4.

### **Blok diagram dari VI**

Blok diagram adalah bagian *window* yang berlatar belakang putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*. Tampilan dari *block diagram* dapat lihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Front Panel Labview

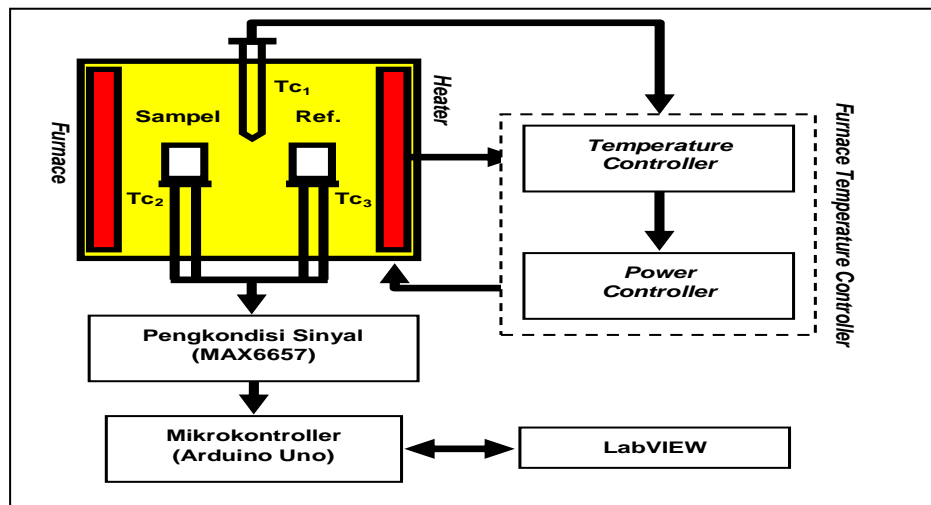


Gambar 5. Block Diagram Labview

## **METODE PENELITIAN**

### **Perancangan Perangkat Keras**

Diagram blok perancangan sistem Alat Peraga *Differential Thermal Analysis* ditunjukkan pada Gambar 6.

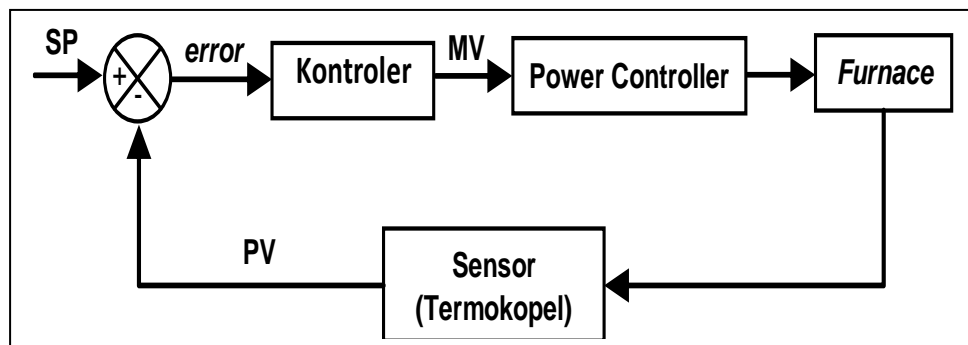


Gambar 6. Diagram Blok Alat Peraga DTA

Pada Gambar 6, perancangan sistem yang dibuat terdiri atas: Perancangan *furnace*/tungku. Perancangan *furnace temperature controller*, Perancangan sistem akuisisi data temperatur menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, Perancangan rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan IC MAX6675. Komponen-komponen utama yang digunakan dalam perancangan perangkat keras adalah *Temperature Controller* TK4M Autonics, *Power Controller* SPC-1 35 Autonics, Sensor Termokopel Tipe K, Mikrokontroler Arduino Uno R3, Modul Pengkondisi Sinyal MAX6675, Pipa Alumunium, Tabung Keramik Alumina, *Kaowool*, Ampermeter dan Voltmeter dan *Miniature Circuit Breaker* (MCB) dan Saklar.

Pada bagian *furnace temperature controller* terdapat *temperature controller* yang berfungsi untuk mengendalikan temperatur sesuai dengan nilai *Set Point* (SP) yang diinginkan. Kemudian nilai *set point* tersebut akan mengendalikan *power controller* agar *heater* beroperasi untuk menghasilkan

temperatur yang diinginkan di dalam tungku. Pengendalian temperatur pada tungku dikendalikan dengan proses PID. Temperatur di dalam tungku akan dibaca oleh sensor termokopel tipe K, yang memiliki rentang temperatur  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $1200^{\circ}\text{C}$ . Sesuai dengan prinsip sistem pengendali *loop* tertutup, maka nilai keluaran/*output* dari sensor termokopel ( $T_{c_i}$ ) merupakan nilai *Process Variable* (PV) yang nantinya akan di *feedback* kembali ke input pengendali. Input yang diberikan ke pengendali merupakan selisih antara nilai PV dengan nilai SP. Nilai selisih tersebut biasa disebut dengan *error*. Sinyal *error* akan terus diolah sampai dengan selisih besaran PV sama besaran SP, dengan kata lain nilai  $error = 0$ . Baiknya kinerja pengendali ditentukan oleh semakin cepatnya respon pengendali untuk mengubah nilai *Manipulated Variable* (MV). Nilai MV tersebut yang akan mengatur keluaran *power controller* untuk mengatur pemanasan pada *heater*.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem Pengendali Temperatur

Proses pemanasan yang terjadi di dalam tungku, diatur dengan laju pemanasan yang konstan/ terkontrol. Kondisi tersebut diperlukan dalam melakukan analisis termal diferensial (*differential thermal analysis*) nantinya. *Differential Thermal Analysis* adalah teknik untuk merekap perbedaan temperatur antara material sampel dengan material referensi terhadap waktu atau temperatur, dimana kedua material diperlakukan di bawah temperatur yang identik di dalam lingkungan pemanasan atau pendinginan pada laju yang terkontrol.

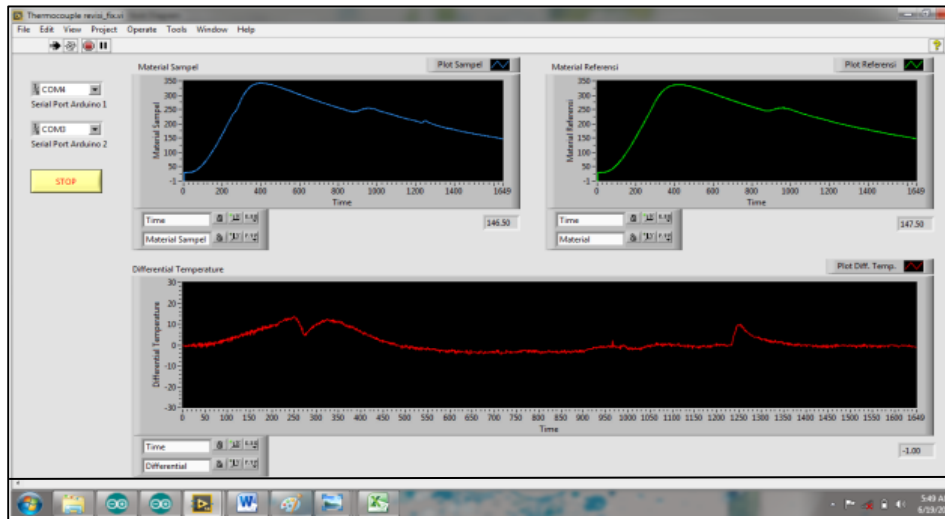
Pada bagian dalam tungku, terdapat 2 (dua) buah sensor termokopel ( $T_{c2}$  dan  $T_{c3}$ ) yang berfungsi untuk membaca nilai temperatur material sampel dan material referensi di dalam tungku. Nilai besaran temperatur di dalam tungku akan dikonversi oleh sensor termokopel menjadi besaran listrik yang berupa sinyal analog. Keluaran dari 2 (dua) buah termokopel pada tungku akan dihubungkan ke IC MAX6675 sebagai pengkondisi sinyal, Pada MAX6675 terdapat rangkaian penguat, *low pass filter*, *buffer* dan *Analog to Digital Converter* (ADC). Pengkondisi sinyal berfungsi untuk mengolah sinyal output dari termokopel berupa tegangan yang cukup kecil menjadi tegangan yang lebih besar, sehingga outputnya dapat dibaca oleh ADC. ADC berfungsi untuk mengubah sinyal analog dari sensor termokopel menjadi sinyal digital, agar nilai/data tersebut dapat dikirimkan ke komputer dengan komunikasi serial oleh mikrokontroler Arduino. Selanjutnya data hasil pengukuran temperatur yang telah diterima oleh komputer akan

ditampilkan secara *real time* setiap detiknya melalui sebuah sistem *interface* menggunakan *software* LabVIEW. LabVIEW akan menampilkan data perubahan temperatur pada material sampel dan referensi dalam bentuk nilai dan grafik. Selain itu, *interface* ini juga berfungsi sebagai *data logger*. Hasil data pengukuran tersebut nantinya akan diolah untuk menentukan nilai titik leleh material yang diuji.

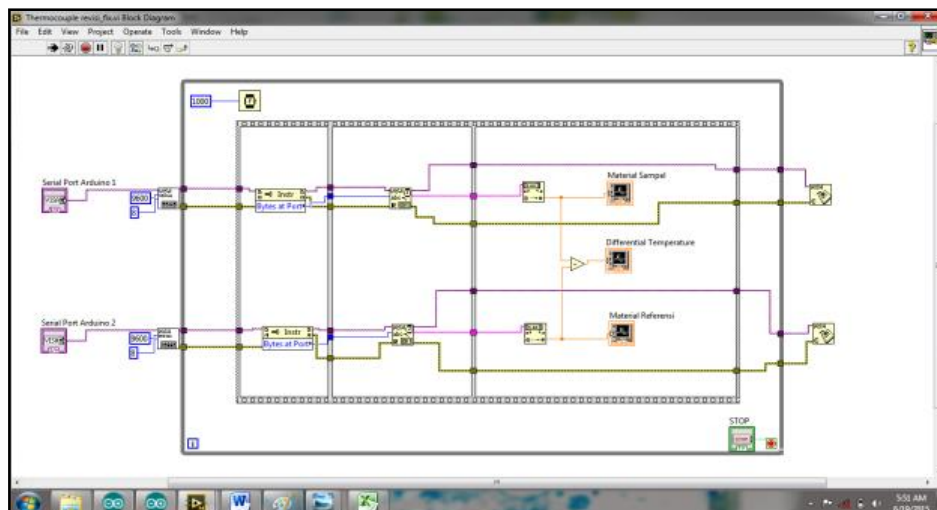
#### Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak, digunakan 2 (dua) buah program yaitu pemrograman untuk mikrokontroler Arduino Uno menggunakan *Arduino Integrated Development Environment* (IDE) yang berfungsi sebagai program untuk membaca nilai temperatur material sampel dan referensi di dalam tungku. Satu lagi yaitu pemrograman *interface* menggunakan *software* LabVIEW sebagai monitoring dan *data logging* temperatur. Program LabVIEW yang dibuat berfungsi untuk melakukan hal-hal (a) Inisialisasi *port* komunikasi serial sebagai input sensor termokopel; (b) Membaca dan menampilkan data nilai temperatur material sampel, material referensi, dan selisih temperatur (*differential temperature*) antara material sampel dan referensi. Selain itu ketiga data tersebut juga akan disajikan dalam bentuk grafik; (c) Mengatur waktu pencuplikan data setiap 1 (satu) detik; (d) Menyimpan data hasil pengukuran, dimana data nilai temperatur disimpan dalam format *text documents* atau excel, sedangkan grafiknya dalam bentuk *image*

dan (e) Realisasi program LabVIEW untuk pada Gambar 8 dan 9.  
*front panel* dan *block diagram* ditunjukkan

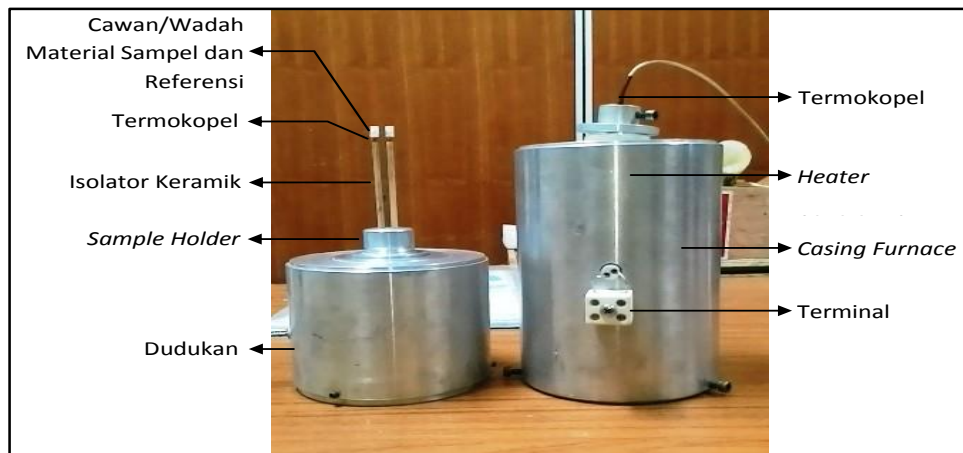


Gambar 8. Tampilan Pemrograman Front Panel



Gambar 9. Tampilan Pemrograman Block Diagram





Gambar 10. Alat Peraga *Differential Thermal Analysis*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan sistem, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat serta melakukan analisis terhadap hasil pengujian tersebut. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan.

### Pengujian Titik Leleh Material

Titik leleh adalah temperatur dimana suatu senyawa mulai beralih fasa dari padatan menjadi cairan, sampai dengan terjadinya pelelehan sempurna. Dalam pengertian lainnya, titik leleh juga dapat diartikan suatu temperatur dimana suatu zat padat berubah menjadi cairan pada tekanan satu atmosfer. Pengujian titik leleh pada penelitian ini menggunakan 3 material sampel berbeda, yaitu Indium (In), Timah (Sn), dan Seng (Zn). Sedangkan sebagai material referensinya digunakan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), karena termogram Alumina menunjukkan konstan sampai temperatur  $1200^\circ\text{C}$ , yang artinya bahwa Alumina tidak mengalami perubahan sampai temperatur tersebut. Pengujian titik leleh material menggunakan alat peraga DTA sebagaimana terlihat pada Gambar 10 berikut.

### Pengujian Titik Leleh Material Indium (In)

Pada pengujian ini material sampel yang digunakan adalah Indium (In), dengan berat

0,11 gram. Sedangkan sebagai material referensi digunakan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), yang beratnya disamakan dengan material sampel. Hasil pengujian titik leleh material Indium (In) sebagai berikut.

Grafik hasil pengujian titik leleh material Indium (In) ditunjukkan pada Gambar 11 sampai dengan Gambar 14. Selama proses pemanasan berlangsung pada *furnace*, terlihat pada Gambar 11, terjadi reaksi termal pada material sampel, sedangkan pada material referensi terlihat stabil/tidak terjadi suatu reaksi termal (Gambar 12). Jika hanya melihat pada material sampel, sulit untuk menentukan nilai titik lelehnya. Maka dengan menggunakan teknik analisis termal *differential*, dapat ditentukan nilai titik lelehnya, yaitu dengan cara membandingkan selisih nilai temperatur (*differential temperature*) antara material sampel dan referensi, seperti terlihat pada Gambar 13. Selanjutnya untuk menentukan nilai titik lelehnya adalah dengan membandingkan nilai *differential temperature* dengan nilai temperatur pada material referensi (Gambar 14). Nilai *differential temperature* ditetapkan sebagai sumbu Y dan nilai temperatur material referensi sebagai sumbu X, maka nilai titik leleh dapat ditentukan. Pada Gambar 14, terlihat pada grafik telah terjadi

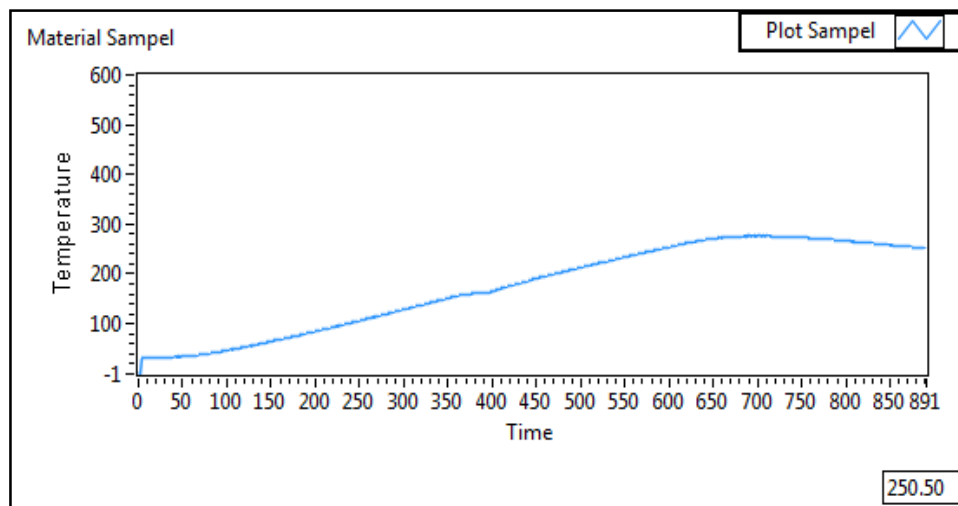
reaksi endotermik pada material sampel, reaksi terjadi pada rentang temperatur 152,5°C sampai dengan 164,5°C. Pada reaksi endotermik umumnya temperatur sistem (material sampel) terjadi penurunan, adanya penurunan temperatur inilah yang menyebabkan sistem menyerap kalor dari lingkungan. Reaksi

tersebut menunjukkan proses terjadinya pelelehan material Indium (In), dimana awal pelelehan terjadi pada temperatur 152,5°C sampai dengan meleleh sempurna pada temperatur 164,5°C. Secara terori titik leleh Indium (In) adalah 156,6°C.

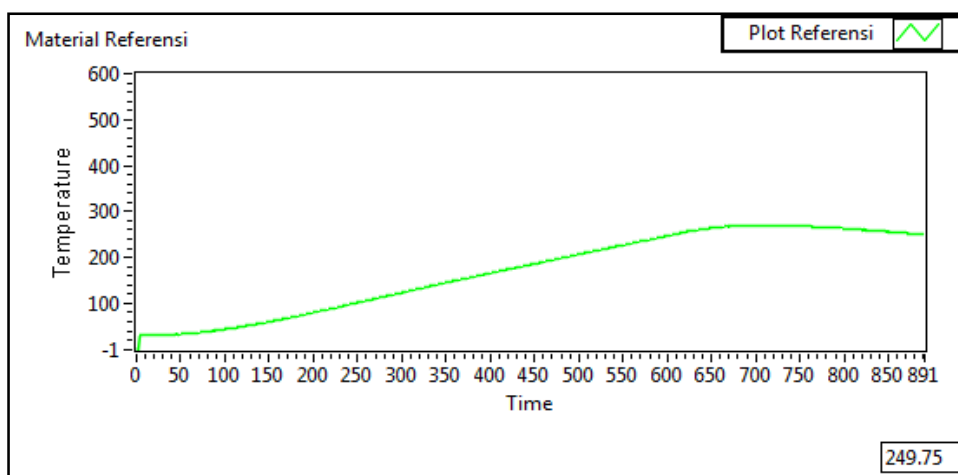
### Pengujian Titik Leleh Material Timah (Sn)

Pada pengujian ini material sampel yang digunakan adalah Timah (Sn), dengan berat 0,09 gram. Sedangkan sebagai material

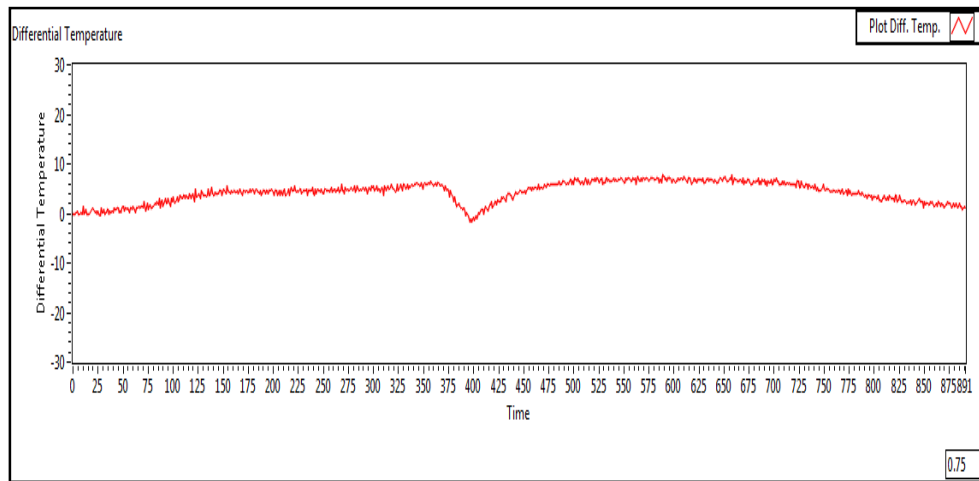
referensi digunakan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), yang beratnya disamakan dengan material sampel. Hasil pengujian titik leleh material Timah (Sn) sebagai berikut.



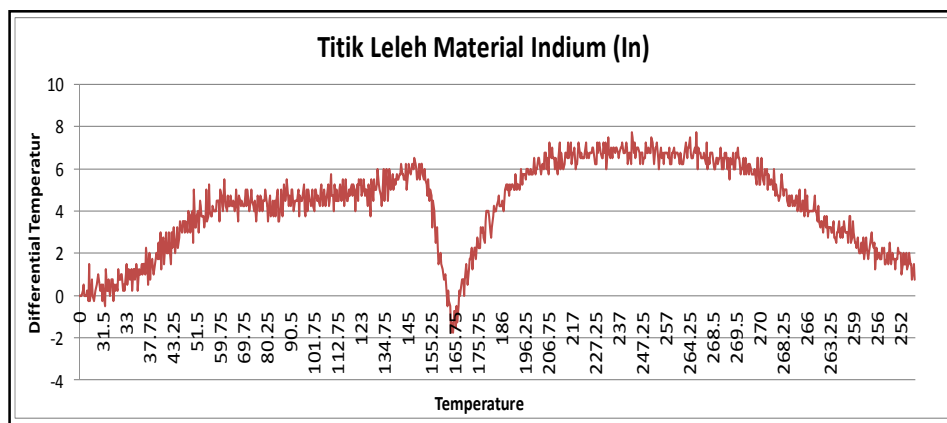
Gambar 11. Grafik Pengujian pada Material Sampel Indium (In)



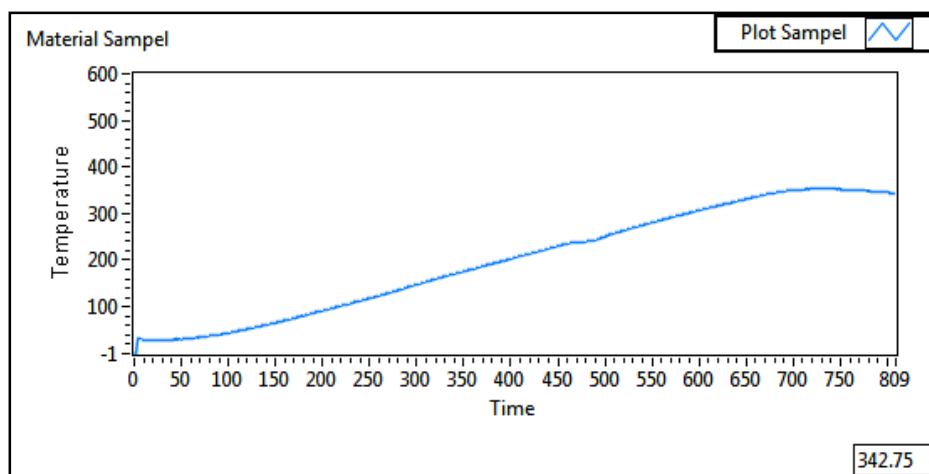
Gambar 12. Grafik Pengujian pada Material Referensi Indium (In)



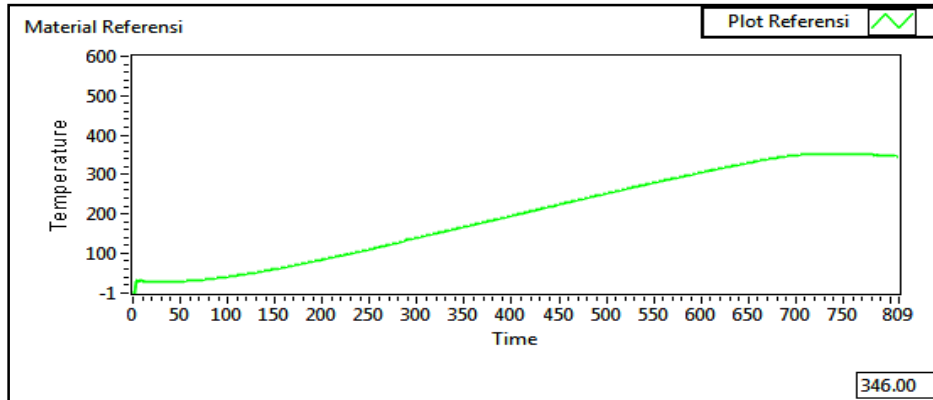
Gambar 13. Grafik Pengujian Differential Temperature Indium (In)



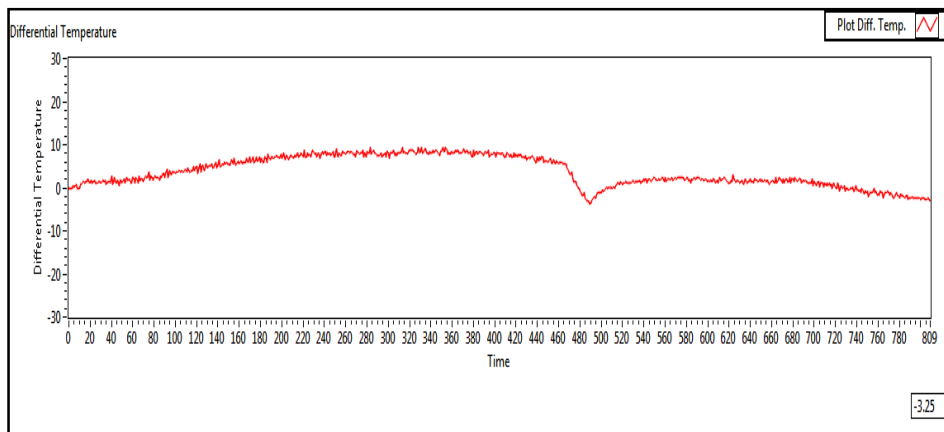
Gambar 14. Grafik Penentuan Titik Leleh Indium (In)



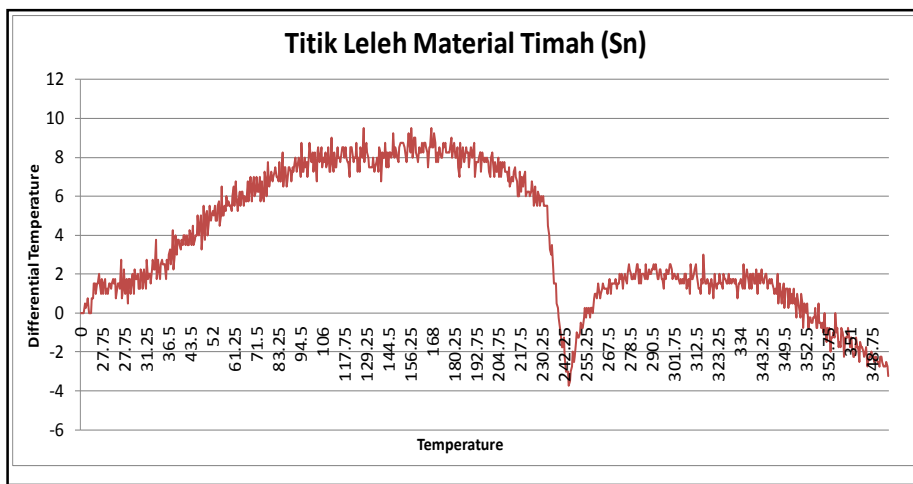
Gambar 15. Grafik Pengujian pada Material Sampel Timah (Sn)



Gambar 16. Grafik Pengujian pada Material Referensi Timah (Sn)



Gambar 17. Grafik Pengujian Differential Temperature Timah (Sn)



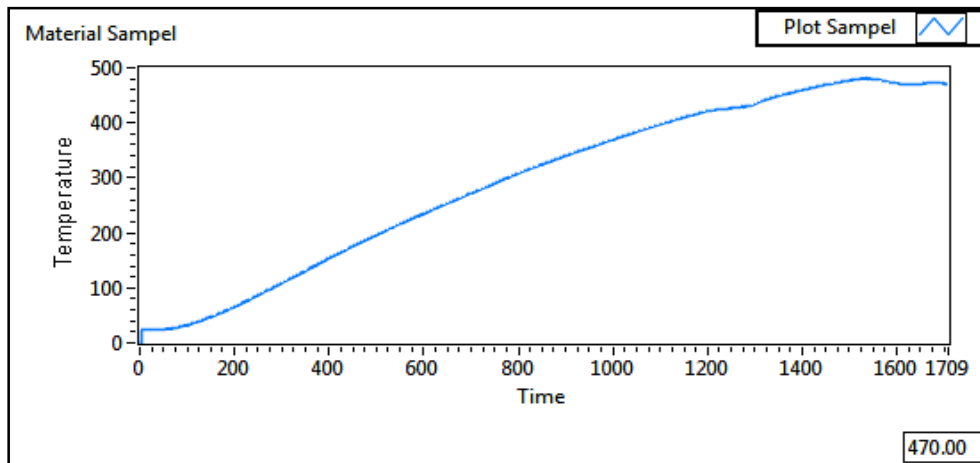
Gambar 18. Grafik Penentuan Titik Leleh Timah (Sn)

Sama halnya seperti pengujian pada Indium (In), grafik hasil pengujian titik leleh material Timah (Sn) ditunjukkan pada Gambar 15 sampai dengan gambar 18. Selama proses pemanasan berlangsung pada *furnace*, terlihat pada Gambar 15 terjadi reaksi termal pada material sampel, sedangkan pada material referensi terlihat stabil/tidak terjadi suatu rekasi termal (Gambar 16). Pada Gambar 17, terlihat pada grafik telah terjadi reaksi endotermik pada material sampel, reaksi terjadi pada rentang temperatur 231,5°C sampai dengan 245,75°C. Reaksi ini menunjukkan terjadinya proses pelelehan material Timah (Sn), dimana awal

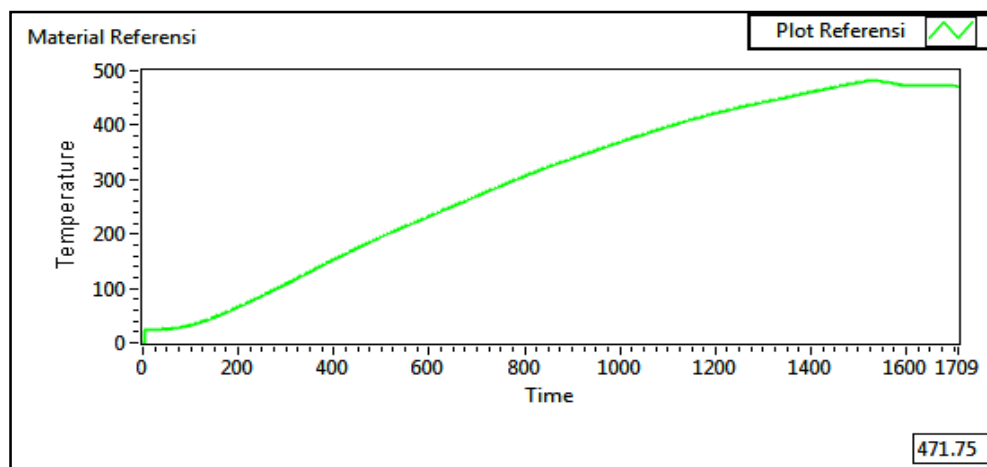
pelelehan terjadi pada temperatur 231,5°C sampai dengan meleleh sempurna pada temperatur 245,75°C. Secara teori titik leleh Timah (Sn) adalah 231,9°C.

#### Pengujian Titik Leleh Material Seng (Zn)

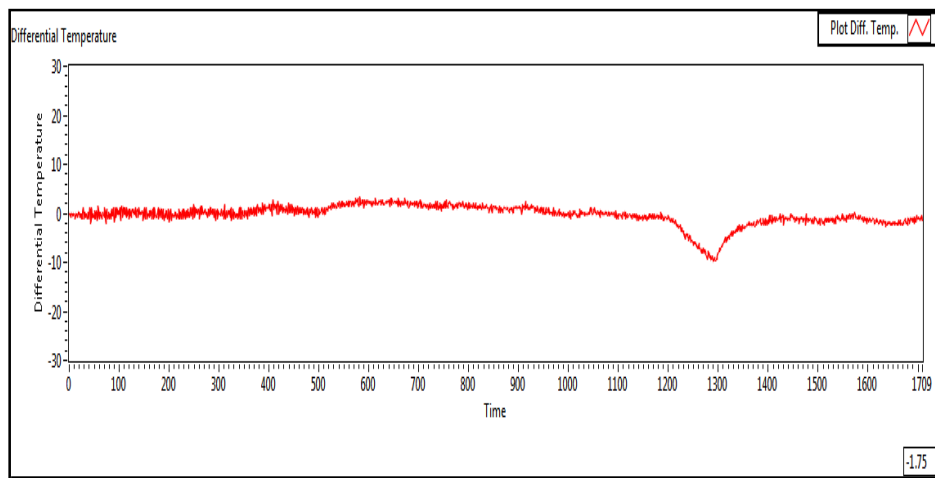
Pada pengujian ini material sampel yang digunakan adalah Seng (Zn), dengan berat 0,13 gram. Sedangkan sebagai material referensi digunakan Alumina ( $Al_2O_3$ ), yang beratnya disamakan dengan material sampel. Hasil pengujian titik leleh material Seng (Zn) sebagai berikut.



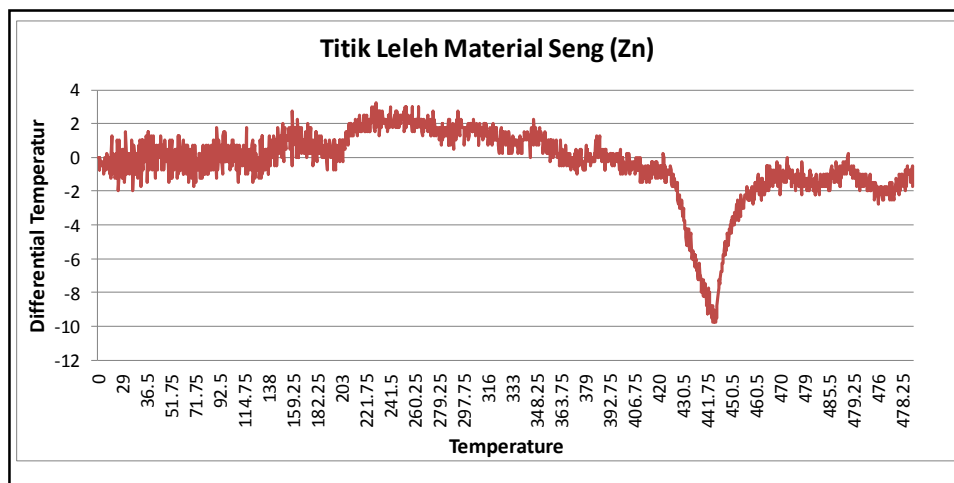
Gambar 19. Grafik Pengujian pada Material Sampel Seng (Zn)



Gambar 20. Grafik Pengujian pada Material Referensi Seng (Zn)



Gambar 21. Grafik Pengujian Differential Temperature Seng (Zn)



Gambar 22. Grafik Penentuan Titik Leleh Seng (Zn)

Sama halnya seperti pengujian pada Indium (In) dan Timah (Sn), grafik hasil pengujian titik leleh material Seng (Zn) ditunjukkan pada Gambar 19 sampai dengan Gambar 22. Selama proses pemanasan berlangsung pada *furnace*, terlihat pada Gambar 19 terjadi reaksi termal pada material sampel, sedangkan pada material referensi terlihat stabil/tidak terjadi suatu reaksi termal (Gambar 20). Pada Gambar 21, terlihat pada grafik telah

terjadi reaksi endotermik pada material sampel, reaksi terjadi pada rentang temperatur 425°C sampai dengan 444,25°C. Reaksi ini menunjukkan terjadinya proses pelelehan material Seng (Zn), dimana awal pelelehan terjadi pada temperatur 425°C sampai dengan meleleh sempurna pada temperatur 444,25°C. Secara terori titik leleh Seng (Zn) adalah 419,5°C. Berikut tabel hasil dari pengujian ketiga material.

Tabel 1. Hasil pengujian titik leleh material

Nama Material	Temperatur		Nilai Teoritis (°C)
	Mulai Meleleh (°C)	Meleleh Sempurna (°C)	
Indium (In)	152,50	164,50	156,60
Timah (Sn)	231,50	245,75	231,90
Seng (Zn)	425	444,25	419,50

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang alat peraga *Differential Thermal Analysis* (DTA) untuk mengukur titik leleh dari 3 (tiga) material Indium, Timah dan Seng. Titik leleh ketiga material menggunakan referensi Alumina ( $Al_2O_3$ ) dan didapatkan temperatur titik leleh Indium (In) adalah  $152,5^{\circ}C$ , titik leleh Timah (Sn) adalah  $231,5^{\circ}C$  dan titik leleh Seng (Zn) adalah  $425^{\circ}C$ . Ketiga titik leleh yang dihasilkan menggunakan alat peraga ini sangat mendekati dengan nilai teoritis, dengan kesalahan yang kecil 0,17%-2,6%.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Amy L, Yingwei F dan Russell J. 2010. *Solid State Communications* **150**, 625-627.
- Yang H, dkk. 2013. *Rare Metal Materials and Engineering* **44**, 2665-2669.
- Balaram K, dkk. 2013. *Procedia Engineering* **127**, 287-294.
- Wardoyo S, Munarto R dan Putra VP. 2013. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro* **4**, 23-30.
- Wismogroho AS. 2013. Studi awal pengembangan *calculated-differential thermal analysis (C-DTA)* untuk analisa titik leleh material paduan Sn dan Zn. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng & DIY*. Solo. 23 Maret 2013.
- Wismogroho AS dan Wahyu BW. 2013. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi: TELAAH* **30**, 7-12.
- Nugraha H dan Wismogroho AS. 2013. Perancangan dan sistem monitoring temperatur furnace skala laboratorium berbasis komputer, *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng & DIY*. Solo. 23 Maret 2013.
- Wibawa FC. 2012. *Penerapan model pembelajaran fisika berbasis proyek untuk meningkatkan hasil belajar kognitif dan keterampilan berpikir kreatif*, Tesis. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Artanto D. 2012. *Interaksi arduino dan LabVIEW*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.