

III. METODE PENELITIAN

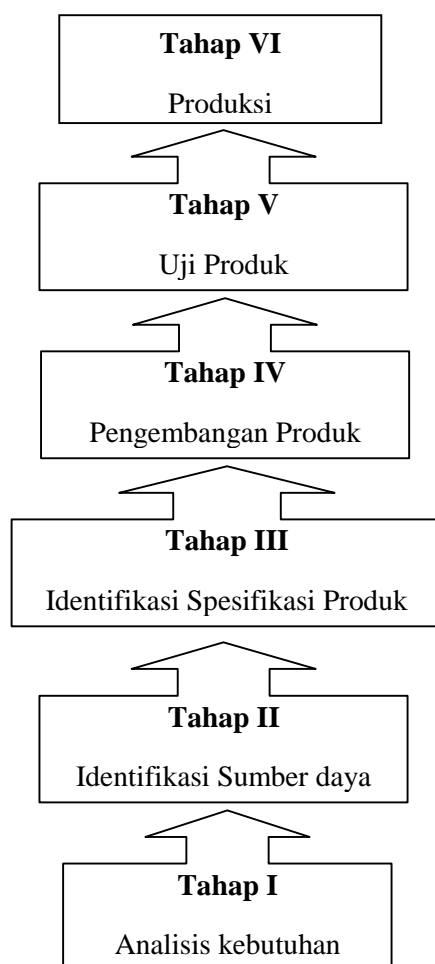
A. Desain Penelitian

Desain pengembangan ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*research and development/ R & D*). Berdasarkan tujuan dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan yaitu untuk menghasilkan prototipe alat ukur suhu berbasis termoelektrik disertai petunjuk penggunaan (*user manual*) pada materi suhu dan kalor. Maka metode penelitian yang digunakan mengacu pada prosedur pengembangan media intruksional pembelajaran menurut Suyanto (2009: 322). Metode penelitian tersebut berupa enam prosedur pengembangan produk dan uji produk, yaitu:

1. Analisis kebutuhan
2. Identifikasi sumber daya untuk memenuhi kebutuhan
3. Identifikasi spesifikasi produk
4. Pengembangan produk
5. Uji produk
6. Produksi

B. Prosedur Pengembangan

Dengan mengadopsi model di atas, maka prosedur pengembangan yang digunakan yaitu:



Gambar 10. Model Pengembangan Media Instruksional diadaptasi dari prosedur pengembangan produk dan uji produk menurut Suyanto (2009: 322)

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan telah dilakukan dengan cara observasi yaitu studi pustaka dan lapangan untuk mendapatkan informasi bahwa diperlukan adanya pengembangan produk alat ukur suhu untuk keperluan pembelajaran fisika. Permasalahan yang ditemukan adalah bahwa ada keterbatasan alat ukur suhu yang digunakan untuk pembelajaran fisika materi suhu dan kalor.

2. Identifikasi Sumber Daya

Dalam memenuhi analisis kebutuhan yang telah diungkapkan sebelumnya, dilakukan dengan menginventaris sumber daya yang dimiliki. Berdasarkan identifikasi ditemukan adalah bahwa adanya keterbatasan alat ukur suhu yang digunakan untuk pembelajaran fisika materi suhu dan kalor. Pengembangan produk yang berdasarkan prinsip termoelektrik masih sangat terbatas terutama aplikasi untuk keperluan pembelajaran. Oleh karena itu peneliti mengembangkan suatu produk prototipe alat ukur suhu untuk keperluan pembelajaran fisika dengan memanfaatkan potensi dari bahan termoelektrik tipe TEC 12706.

3. Identifikasi Spesifikasi Produk

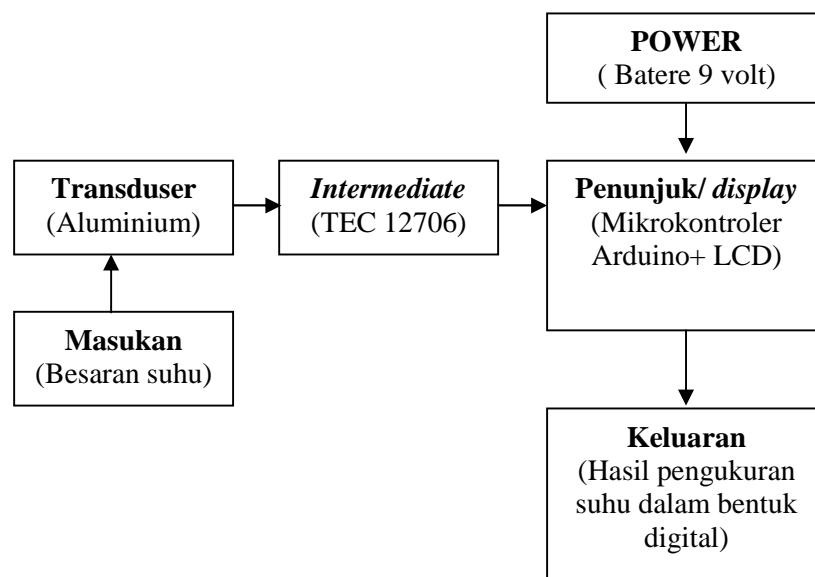
Identifikasi spesifikasi produk telah dilakukan untuk mengetahui ketersediaan sumber daya yang mendukung pengembangan produk, dengan memperhatikan hasil analisis kebutuhan dan identifikasi sumber daya yang dimiliki. Pada tahap ini dilakukan penentuan topik atau materi pokok pembelajaran.

4. Pengembangan Produk

Pengembangan produk termometer termoelektrik beserta petunjuk penggunaan (*user manual*) dilakukan melalui dua tahap pengembangan, yaitu pengembangan termometer termoelektrik dan pengembangan petunjuk penggunaan (*user manual*).

a. Pengembangan Termometer Termoelektrik

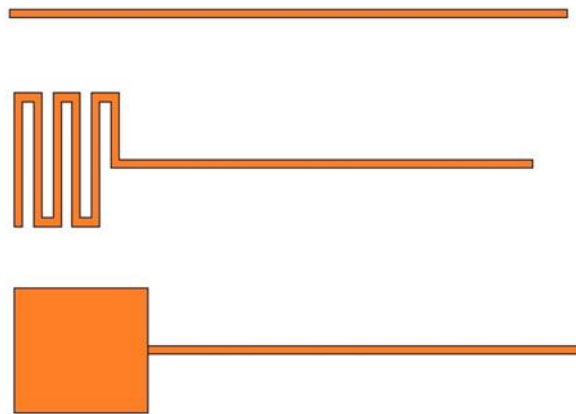
Pengembangan termometer termoelektrik dengan TEC 12706 meliputi desain *probe* sensor, desain *intermediate*, desain mikrokontroler, desain *display*, dan penentuan percobaan serta kalibrasi pengembangan dilakukan berdasarkan pada bagan seperti gambar 11.



Gambar 11. Bagan pengembangan termometer termoelektrik dengan TEC 12706

1. Desain *Probe* Sensor

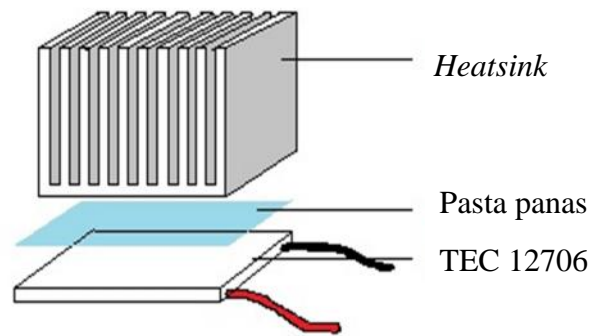
Sensor yang terbuat dari silinder tembaga dipilin pada salah satu ujungnya hingga membentuk persegi dengan ukuran $40 \times 40 \text{ mm}^2$, dan salah satu ujungnya dibuat memanjang. Pada bagian yang terpilin pipih akan di tempelkan pada salah satu sisi bagian TEC 12706. Sedangkan ujung lainya yang berbentuk silinder memanjang digunakan sebagai bagian yang akan bersentuhan langsung dengan objek yang akan diukur suhunya.



Gambar 12. Desain bagian sensor

2. Desain *Intermediate*

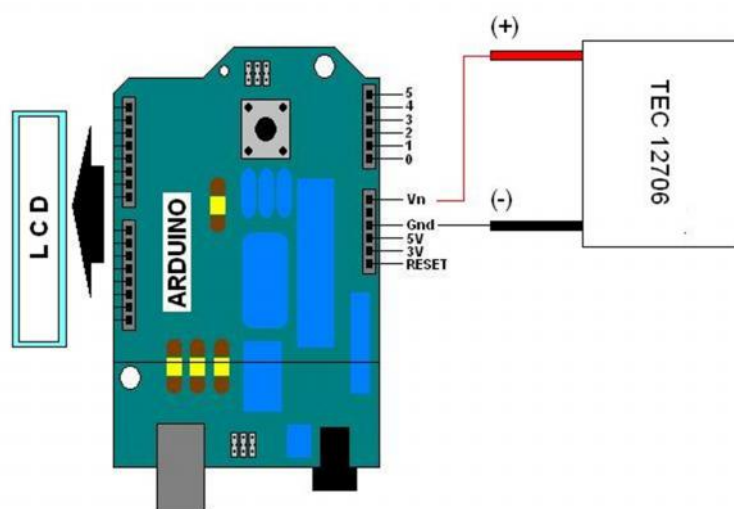
Pada bagaian *intermediate* merupakan TEC 12706, yang berfungsi mentransformasikan sinyal yang diterima sensor panas menjadi sinyal listrik arus searah. Karena salah satu sisi TEC 12706 harus dijaga suhunya tetap maka pada bagian tersebut ditempelkan *heatsink* dengan ukuran $40 \times 40 \times 40 \text{ mm}^3$ berlapis pasta tahan panas.



Gambar 13. Desain bagian *intermediate*

3. Desain mikrokontroler

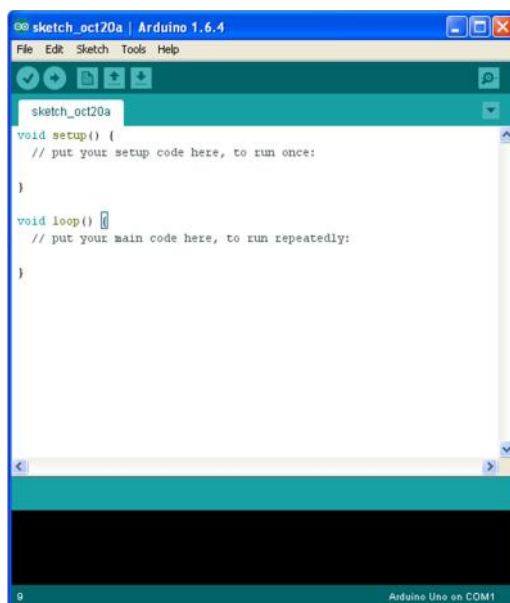
Pada bagian mikrokontroler adalah Arduino Uno R. Arduino akan menerima sinyal analog berupa tegangan DC yang dihasilkan TEC 12706, selanjutnya mengkonversi menjadi sinyal digital yang dapat ditampilkan pada LCD. Pada pengembangan bagian mikrokontroler ini memiliki dua bagian utama yaitu desain bagian *hardware* dan desain *software*. Pada bagian *hardware* memuat bagian-bagian konektor antar komponen yaitu, sensor dan *display*.



Gambar 14. Desain rangkaian mikrokontroler Arduino dan TEC 12706

Bagian *software* merupakan tempat pengembang melakukan *coding* dan *download* program pada Arduino melalui *personal computer (PC)*.

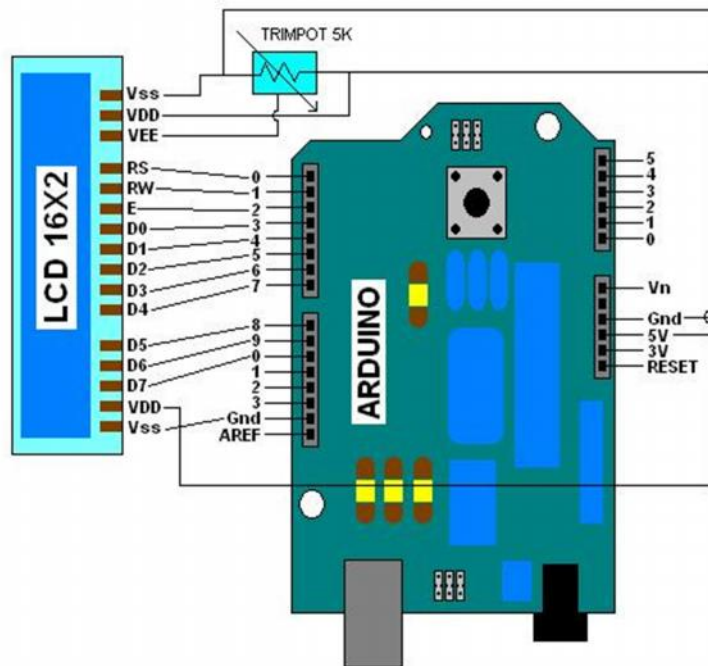
Melalui jendela proram Arduino ini dilakukan proses *editing program* agar pada layar LCD dapat menampilkan hasil pengukuran suhu dengan 4 satuan secara langsung yaitu, Celsius, Reamur, Fahrenheit dan Kelvin.



Gambar 15. Lembar kerja tempat melakukan *download* program pada Arduino

4. Desain *display*

Bagian *display* untuk menampilkan hasil pembacaan suhu secara digital menggunakan *liquid chrystal display (LCD) 16x2*. Kegiatan ini dilakukan dengan menghubungkan pin-pin yang tersedia pada LCD, Arduino dan Trimpot 5K seperti pada gambar berikut.



Gambar 16. Desain rangkaian pada *display*

5. Penentuan Percobaan dan Kalibrasi

Pada langkah ini setelah alat ukur suhu dibuat maka selanjutnya dilakukan percobaan menggunakan alat tersebut untuk menguji spesifikasi alat dan kalibrasi alat. Hasil data dari percobaan yang dilakukan kemudian digunakan untuk mengidentifikasi pengujian spesifikasi alat.

Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui faktor kalibrasi (F_k). faktor ini yang digunakan untuk menguji ketepatan nilai yang ditampilkan alat terhadap nilai sebenarnya. Secara ideal nilai skala kalibrasi adalah satu, akan tetapi karena tidak ada alat ukur yang benar-benar tepat maka nilai yang dapat ditoleransi atau diterima adalah 0,8 - 1,2. Faktor kalibrasi dihitung menggunakan persamaan:

$$F_k = \frac{Ds}{Du}$$

Sumber: www.batan.go.id (2015)

Dimana Ds adalah nilai dari alat ukur standar yang digunakan sebagai komparator dan Du adalah nilai yang ditampilkan alat.

b. Desain penggunaan alat (*user manual*)

petunjuk penggunaan alat (*user manual*) sebagai kelengkapan alat ukur suhu berisi tentang pengenalan alat, spesifikasi beserta contoh penggunaan dalam praktikum. Bagian-bagian petunjuk penggunaan alat (*user manual*) terdiri dari.

- 1) *Cover*
- 2) Pendahuluan
- 3) Spesifikasi alat
- 4) Prosedur Penggunaan
- 5) Prosedur Perawatan
- 6) Contoh Penggunaan Alat

5. Uji Produk

Tahap lima adalah tahap uji produk. Uji produk ini merupakan uji kelayakan produk yang berupa alat ukur suhu berbasis termoelektrik disertai petunjuk penggunaan alat (*user manual*) yang telah dikembangkan (prototipe I).

Kelayakan alat peraga alat ukur suhu berbasis termoelektrik diuji menggunakan uji kinerja alat dalam percobaan di laboratorium, data hasil

percobaan diuji kesamaannya secara teori. Selain itu juga dilakukan uji keterpenuhan spesifikasi produk. Sedangkan petunjuk penggunaan alat (*user manual*) diuji kelayakannya oleh ahli desain. Setelah mengalami uji spesifikasi dan uji kualitas produk, maka prototipe I telah mendapat saran-saran perbaikan dari ahli desain dan telah dihasilkan prototipe II.

6. Produksi

Tahap tujuh adalah tahap produksi. Tahap ini merupakan tahap akhir penelitian pengembangan. Pada tahap ini dilakukan produksi setelah dilakukan serangkaian perbaikan dan pengujian. Produksi dilakukan dengan membuat prototipe alat ukur suhu berbasis termoelektrik beserta petunjuk penggunaan alat (*user manual*) berdasarkan desain alat peraga yang telah mengalami perbaikan setelah melalui pengujian-pengujian. Produksi yang dilakukan berupa prototipe, bukan produksi massal.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode observasi dan angket.

1. Observasi

Observasi yang dimaksud adalah observasi lapangan maupun studi pustaka mengenai hal yang berkaitan dengan termoelektrik. Untuk menemukan konsep-konsep atau landasan-landasan teoritis yang memperkuat produk yang akan dibuat. Melalui studi literatur dikaji pula ruang lingkup produk, keluasaan penggunaan, kondisi pendukung, dll.

Melalui studi literatur juga untuk mengetahui langkah-langkah yang paling tepat untuk mengembangkan produk dan memberikan gambaran hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan bahan termoelektrik, yang bisa sebagai bahan perbandingan untuk mengembangkan produk ini. Selain studi literatur, studi lapangan atau dengan kata lain disebut sebagai pengukuran kebutuhan dan penelitian dalam skala kecil.

2. Metode Angket

Instrumen angket uji ahli digunakan untuk mengumpulkan data tentang kelayakan produk berdasarkan kesesuaian desain dan fisik pada produk yang telah dikembangkan. Instrumen angket diberikan kepada ahli desain untuk mengumpulkan data kelayakan produk. Sedangkan untuk mengumpulkan data keterpenuhan spesifikasi produk, angket uji spesifikasi produk yaitu prototipe alat ukur suhu berbasis termoelektrik disertai dengan petunjuk penggunaan (*user manual*).

D. Teknik Analisis Data

Teknik Analisis data angket pada penelitian ini adalah dengan cara menganalisis angket uji ahli desain, menganalisis angket kelayakan dan keterpenuhan spesifikasi produk yang dikembangkan.

1. Uji Validasi Ahli

Angket uji validasi ahli digunakan untuk menguji kesesuaian isi pada produk, yaitu prototipe alat ukur suhu berbasis termoelektrik beserta *user manual*.

Instrumen penilaian uji ahli desain dan kelayakan fisik, memiliki 2 pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu “ya” dan “tidak”. Revisi dilakukan pada konten yang diberikan jawaban tidak. Analisis angket uji validasi ahli berisi masukan, komentar, kritik dan saran yang diperoleh dari angket

2. Uji keterpenuhan spesifikasi produk

Angket uji spesifikasi produk digunakan untuk menguji apa spesifikasi produk alat ukur suhu berbasis termoelektrik telah terpenuhi sesuai dengan telah diidentifikasi sebelumnya. Uji yang dikenakan yaitu untuk mengetahui sensitivitas, sesatan, ketelitian, rentang ukur dari alat ukur suhu berbasis termoelektrik.

a. Uji ketelitian alat ukur

Uji ini untuk melihat kemampuan alat ukur memberikan indikasi pendekatan terhadap harga sebenarnya dari objek yang di ukur. Uji ketelitian menggunakan instrumen pengukuran secara langsung terhadap perubahan suhu menggunakan produk alau ukur berbasis termoelektrik dan termometer digital yang berfungsi sebagai komparator. Hasil pengukuran temometer termoelektrik disebut sebagai harga terukur dan hasil pengukuran menggunakan termometer digital dianggap sebagai harga

sebenarnya/pembandingan, kemudian memasukan hasil pengukuran tersebut kedalam persamaan berikut.

$$\text{Ketelitian}(e_h) = \left| \frac{\text{harga terukur} - \text{harga pembandingan}}{\text{harga pembandingan}} \right| \times 100\%$$

Sumber: Roberts (2012: 1)

b. Uji sesatan

Untuk mengetahui sesatan dalam pengukuran menggunakan produk alat ukur suhu berbasis termoelektrik dilakukan dengan memasukan nilai-nilai hasil pengukuran berulang pada persamaan berikut.

$$\text{Sesatan} = \frac{\sum(x-X)}{n}$$

Sumber: Nyeneng (2011: 6)

Dengan;

x = hasil pengukuran

X = harga rata-rata

n = jumlah pengukuran

c. Uji sensitivitas alat ukur

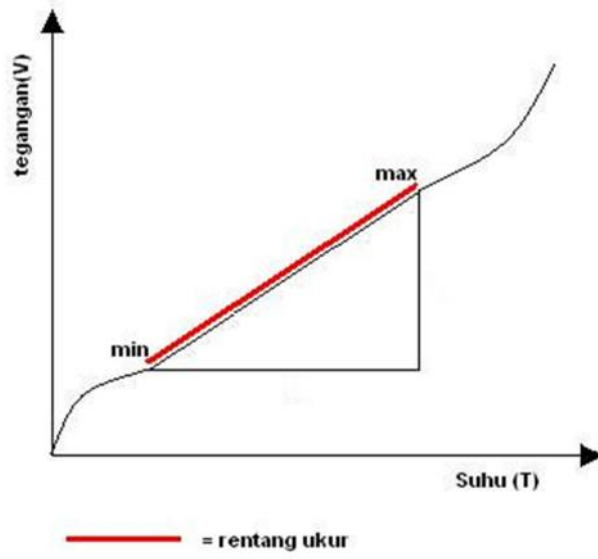
Uji sensitivitas untuk mengetahui perbandingan hasil keluaran/istrumen pengukuran terhadap perubahan variabel masukan atau faktor kalibrasi. Harga yang diperoleh dengan melakukan plot pada grafik, kemiringan dari garis lurus adalah nilai sensitivitas. Uji dilakukan dengan cara melakukan pengukuran suhu air dengan menggunakan alat ukur berbasis termoelektrik dan memasukan nilai-nilai hasil pengukuran berulang pada persamaan garis berikut.

$$y = mx + c$$

Sumber: Roberts (2012: 1)

d. Uji rentang ukur

Uji rentang dilakukan untuk mengetahui batasan minimal dan maksimal suhu yang dapat terukur dengan produk termometer termoelektrik yang dikembangkan. Berdasarkan spesifikasi TEC 12706 yang memperbolehkan gradien suhu pada sisi dingin dan panas maksimal 90 °C, dan pada produk alat ukur suhu salah satu sisi suhunya dijaga tetap 25 °C. Maka rentang ukur yang diharapkan untuk produk alat ukur suhu berbasis termoelektrik adalah dapat mengukur suhu antara 0 °C sampai 100 °C, namun untuk menguji hal tersebut dilakukan dengan mengamati grafik hubungan antara variabel masukan (T) terhadap variabel keluaran (V), dimana daerah linier terkecil merupakan batasan minimal alat ukur dan daerah linier terbesar merupakan batasan maksimal alat ukur dapat bekerja dengan baik.



sumber: Koestoer (2004:63)

Gambar 17. Grafik rentang ukur