

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 1.1 Literatur Riview

Adib Johan et al. (2016) melakukan sebuah penelitian yang difokuskan pada analisis laju perpindahan panas khususnya radiasi inkubator penetas telur ayam dengan kapasitas 30 butir dilakukan dengan pengujian kinerja alat untuk memperoleh data untuk dipakai pada acuan analisis kinerja mesin tetas. Penelitian dengan menggunakan beberapa variabel suhu yang berbeda pada mesin penetas, dengan varian suhu 37°C, 38°C, dan 39°C. Dengan penelitian yang dilakukan maka diperoleh hasil bahwa percobaan pengujian laju perpindahan panas menggunakan suhu 37°, 38° dan 39° dengan pemutaran telur yang konsisten memakai sudut 0°, 45°, dan 315° maka mendapatkan analisis suhu yang naik terjadi mengikuti pemutaran pada rak telur. Umumnya suhu untuk menetas telur penelitian yang dipakai ialah 38-39°C karena dengan pengaturan tersebut penetasan telur sangat besar yaitu sebanyak 22 butir yang menetas, karena pada suhu 36-37°C dan 37- 38°C hasil penetasan lebih kecil harapan penetasan , hanya menetasikan 10 dan 15 telur.



Gambar 2.1 Grafik perpindahan panas radiasi suhu 38-39°C

La Ode Nafiu et al. (2014) melakukan penelitian daya tetas serta lama penetasan telur ayam dengan mesin tetas bersumber panas yang berbeda, penelitian dilakukan dengan 2 tahapan, pertama persiapan penetasan dan kedua pengambilan data. Penelitian ini melalui dua perlakuan, yaitu dengan memanfaatkan sumber panas listrik (PL) dan pemanfaatan sumber pemanas kombinasi antara listrik dan lampu minyak (PLM).

Setiap perlakuan dilakukan enam kali, dengan 12 unit percobaan yang dilakukan. Setiap ulangan menggunakan 15 butir telur, sehingga jumlah telur tetas seluruhnya 180 butir. Dengan hasil Fertilitas, daya hidup embrio, daya tetas yang terjadi, umur menetas dan bobot tetas telur ayam tolaki yang ditetaskan memakai mesin tetas bersumber panas listrik (PL) tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ), pada penggunaan mesin tetas sumber panas kombinasi listrik dan lampu minyak (PLM). Namun secara kuantitas rata-rata daya tetas yang terjadi pada mesin PLM (64,81%) lebih tinggi dibandingkan mesin tetas PL (45,61%). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan disarankan kepada peternak yang berada di daerah pedesaan agar menggunakan mesin tetas memakai sumber panas kombinasi listrik dan lampu minyak.

No	Parameter	Mesin Tetas Sumber Panas Listrik (PL)	Mesin Tetas sumber Panas Kombinasi (PLM)	Rataan
1	Fertilitas (%)	58,57	46,88	52,72
2	DHE (%)	96,67	89,58	93,13
3	Daya Tetas (%)	45,61	64,81	55,21
4	Lama Menetas (%)	21,05	21,09	21,07
5	Bobot Tetas (g)	26,47	26,96	26,71

Gambar 2.2 Fertilitas, Daya Hidup Embrio (DHE), Daya Tetas, Lama menetas dan bobot Tetas Ayam Tolaki dengan Sumber Panas yang Berbeda.

Emanuel (2020) melakukan penelitian pengaruh temperature dan kelembapan terhadap daya tetas telur ayam kampung dengan

menggunakan metode RAL Faktorial (3x3) dengan 3 perlakuan dan diulang 3 kali. Sebagai perlakuan yaitu temperatur dan kelembaban daya tetas yang terdiri atas Faktor I = Suhu (S), terdiri 3 level yaitu S1 = Suhu 350C -360C, S2 = Suhu 370C - 380C, S3 = Suhu 390C - 400C. Faktor II = Kelembapan (K), terdiri 3 level yaitu K1 = Kelembapan 60% - 65%, K2 = Kelembapan 65% - 70%, K3 = Kelembapan 70% - 75%. Pemutaran telur 6 kali dilakukan dalam penelitian ini, setiap perlakuan di putar 6 kali sehari secara merata, jam 07.00 pagi, 10.00 pagi, 13.00 siang, 15.00 sore, 19.00 malam, 20.00 malam.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa temperatur dan kelembapan mesin tetas menunjukkan pengaruh yang tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap daya tetas telur ayam kampung. Daya tetas pada penelitian ini berkisar antara 62,96% sampai 96,29%. Pada hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa temperatur dan kelembapan sangat berpengaruh pada daya tetas telur ayam kampung dengan temperatur terbaik 39-40°C dengan kelembapan 71%-75% dan daya tetas 100%.

## 2.2 Mesin Penetas Telur

Mesin penetas telur dapat dikatakan salah satu inovasi berupa alat yang meniru tingkah laku induk ayam atau unggas lainnya, untuk mengerami telur hingga telur dapat menetas dengan menggunakan teknologi untuk menetaskannya. Sehingga banyak yang menyebutnya dengan sebutan mesin tetas telur, alat tetas telur, dan sebagian menamainnya sebuah mesin penetas telur.

## 2.3Komponen Utama Mesin Tetas Telur

### a. *Thermostat*( pengatur suhu)

Thermostat ialah komponen pada mesin tetas yang memiliki fungsi sebagai pengatur suhu otomatis. *Thermostat* bekerja dengan memutuskan aliran listrik yang terjadi bila suhu pada mesin tetas sesuai pengaturan yang dibutuhkan dan jika suhu pada mesin tetas mulai turun sampai batas tertentu, listrik akan kembali mengalir.

## **b. Sumber panas**

Pada zaman terdahulu, para peternak menggunakan panas berasal dari api hasil pembakaran kompor minyak tanah hingga kayu bakar sebagai pemanas penetasan unggas. Hingga saat ini seiring perkembangan zaman dikenal berbagai sumber pemanas yang dipakai mesin tetas, diantaranya lampu pijar serta elemen kumparan kawat dari energy listrik ataupun gas.

## **c. *Thermometer dan Hygrometer***

*Thermometer* dan *hygrometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan di dalam mesin tetas. Dengan kedua alat ini, operator mesin tetas dapat memantau terus kondisi didalam mesin tetas apakah sesuai untuk penetasan atau tidak. Alat ini biasanya diletakkan diatas telur.

## **d. Pengatur kelembapan**

Sebagai pengatur kelembapan didalam mesin tetas digunakan air dalam wadah atau nampan datar. Nampan yang digunakan berasal dari bahanplastik. Air berfungsi untuk mengatur kelembapan pada mesin tetas supaya ideal penetasan.

Dalam proses penetasan, penggunaan air tidak perlu ditambah maupun dikurangi jika kelembapan masih ideal. Air dapat dibuang maupun diganti dengan air yang baru apabila proses penetasan telah selesai.

## **e. Rak telur**

Rak telur berfungsi sebagai tempat meletakkan telur-telur di dalam mesin tetas. Maka dari itu hal ini dapat diatur kemiringan yang sesuai agar telur dapat mendapatkan panas yang merata.

## 2.4 Perpindahan Panas

### 2.4.1 Macam Macam Perpindahan panas

Peranan dari perpindahan kalor adalah melengkapi analisis analisis termodinamika, yang hanya membahas system-sistem yang berada dalam kesetimbangan, dengan hukum-hukum tambahan yang memungkinkan dilakukannya prediksi laju waktu dan perpindahan kalor.

Hukum-hukum pelengkap ini didasarkan pada tiga mode fundamental dari perpindahan kalor, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi ( R. Pitts;2011;1)

#### a. Perpindahan Panas Secara Konveksi

Konveksi merupakan salah satu proses perpindahan panas yang berlangsung diantara permukaan yang padat dengan suatu fluida yang mengalir pada permukaan disekitarnya, serta dengan sebuah penghubung berupa fluida (cair/gas) karna memiliki suhu yang berbeda antara keduanya (benda-fluida) perpindahan panas konveksi dibagi menjadi dua diantaranya sebagai berikut:

##### 1. Perpindahan panas konveksi alam

Merupakan suatu perpindahan panas yang terjadi oleh beda suhu serta benda rapat saja juga tidak ada tenaga luar yang mendorongnya. Contohnya yaitu plat yang panas dibiarkan pada udara sekitar tanpa ada gerakan dari luar.

##### 2. Perpindahan Panas Konveksi Paksa

Perpindahan panas konveksi paksa ialah salah satu proses perpindahan panas yang aliran gas maupun cairan yang terjadi karena adanya tenaga dari luar. Dengan contoh plat panas yang dihembuskan kipas/*blower* (Umrowati dkk, 2011 : 2).

## b. Perpindahan Panas Radiasi

Panas radiasi merupakan suatu perpindahan panas yang terjadi melalui proses gelombang electromagnet atau paket energi (*photon*) yang terbawa pada jarak yang jauh tanpa memerlukan suatu interaksi yang terjadi pada medium (menyebabkan perpindahan panas radiasi yang penting pada ruang vakum), disamping itu jumlah pancaran energy dengan temperatur benda akan sebanding. Hal-hal tersebut akan membedakan antara peristiwa perpindahan panas konduksi dengan konveksi maupun perpindahan panas radiasi (Raldi;2002;183). Perpindahan panas radiasi merupakan distribusi energi berupa panas melalui pancaran gelombang cahaya pada suatu zat ke zat yang lain tanpa perantara, besar kecilnya radiasi pada suatu benda tergantung suhu pada benda serta jaraknya. Semakin tinggi suhunya maka semakin besar radiasi yang dikeluarkan, semakin jauh jaraknya maka semakin kecil juga panasnya. Persamaan dasar pada perpindahan panas radiasi sebagai berikut :

$$P = e \sigma AT^4(\text{Joule})$$

Dimana:

$P$  = Daya radisai/energi radiasi setiap waktu (Joule)

$e$  = Emisifitas bahan

$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

$T$  = Suhu (kelvin)

$\sigma$  = Konstanta steven bolzmann ( $5,67 \times 10^{-8}$ )

Radiasi merupakan suatu proses yang sangat tergantung dengan perubahan temperature. Radiasi electromagnet terdiri atas beberapa jenis, dimana radiasi termal adalah salah satu jenis radiasi ini. Radiasi ini merambat dengan kecepatan cahaya ( $3 \times 10^{10}$  m/s). *Kecepatan* ini sama dengan hasil perkalian antara panjang gelombang dengan frekuensi radiasi:

$$C = \delta V$$

Di mana :

C = Kecepatan cahaya ( m/s)

$\delta$  = Panjang gelombang ( $\mu m$ )

V= Frekuensi (Hz)

### c. Perpindahan panas secara konduksi

Panas konduksi merupakan suatu perpindahan panas yang terjadi pada tempat yang memiliki temperatur tinggi menuju tempat bertemperatur rendah pada suatu medium yang bersinggungan langsung. Apabila sebuah benda memiliki gradien suhu, maka dapat terjadi perpindahan panas dan energi dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah, sehingga dikatakan bahwasannya energi akan berpindah secara konduksi, laju perpindahan kalor konduksi sebagai berikut :

$$q = K \cdot A \frac{T_1 - T_2}{L}$$

### 2.4.2 Cara Perpindahan Panas Yang Terjadi

Perpindahan panas merupakan sebuah proses perpindahan energi dari suatu tempat ke tempat lainya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah-daerah tersebut. Karena perbedaan suhu di alam semesta tidak semuanya sama. Perpindahan panas yang sering kita kenal ada 3 proses perpindahan panas diantaranya konduksi yang juga dikenal dengan hantaran, konveksi dan radiasi. hanya perpindahan panas konduksi dan radiasi yang di golongan sebagai suatu proses perpindahan panas, sebab beberapa mekanisme ini bisa terjadi oleh karena perbedaan suhu (Kreith, 1997: 4).

Dalam suatu penetasan telur tentu ada sebuah proses perpindahan panas, sumber pemanas ruang pada proses penetasan akan

diteruskan ke ruang penetasan, suatu perpindahan panas merupakan perpindahan energi yang disebabkan beda temperatur. (Adin jhon dkk 2016).

## 2.5 Penetasan Telur

Pada proses penetasan telur ayam memakai mesin tetas diperkirakan membutuhkan waktu inkubasi selama 21 – 22 hari. Pada proses masa pengeraman telur suhu ruangan pada 18 hari pertama diatur pada suhu 37°-38°C, dan pada masa penetasan sekitar hari ke 19-21 diatur pada suhu 39°C atau tetap pada suhu 38°C. Sedangkan pengaturan kelembapan pada proses pengeraman pada 50% – 55 % dan pada periode penetasan hari ke 19 – 21 kelembapan ruanga dinaikkan sedikit menjadi 60%-65%. (<http://tetasan.com/cara-menetaskan-telur-menggunakan-mesin-tetas>)

## 2.6 Temperatur dan Kelembapan

Suhu atau temperatur merupakan derajat dari sebuah aktifitas molekul pada atmosfer. Suhu dapat di artikan suatu derajat panas atau dingin yang diukur dengan dasar skala tertentu dengan *thermometer*. Biasanya pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala *Celcius* (C), *Reamur* (R), dan *Fahrenheit* (F). jika suhu benda semakin tinggi, maka benda tersebut akan semakin panas. Secara mikroskopis, suhu merupakan energi yang terdapat pada suatu benda. Setiap atom yang terdapat dalam suatu benda yang bergerak, baik berupa perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Semakin besar energy pada atom-atom penyusun benda, maka semakin besar juga suhu benda tersebut.

Ada empat macam termometer yang sering dikenal yaitu Celsius, Reumur, Fahrenheit dan Kelvin. Perbandingannya jenis thermometer satu dengan thermometer lainnya yang berkaitan sebagai berikut:

$$C : R : (F-32) = 5 : 4 : 9 \text{ dan}$$

$$K = C + 273^{\circ}$$

Secara umum dituliskan :

$$K = R \frac{4}{5} [300 - 273]$$

$$C = \frac{9}{4} (F - 32) \text{ dan } F = \frac{9}{4} R + 32$$

Keterangan :

K = Kelvin

R = Reamur

C = Celcius

F = Fahrenheit

Ketepatan dalam menentukan suhu untuk proses penetasan telur yang tepat pada mesin tetas merupakan suatu syarat untuk mendapatkan keberhasilan serta daya tetas yang tinggi.

## 2.7 Syarat Penetasan Telur

### a. Suhu dan kelembapan

Embrio yang terdapat pada telur dapat berkembang pesat selama suhu dapat stabil ketika berada di ruang mesin tetas dan akan terhenti berkembang bila suhunya tidak sesuai pada kebutuhan penetasan. Dalam kondisi seperti ini diperlukan pengamatan serta pengontrolan suhu, agar suhu dapat stabil maka dengan menggunakan thermometer dan termostat yang dipasang pada mesin akan membantu pengontrolan agar mencapai suhu sesuai yang dibutuhkan.

Suhu yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Suhu untuk perkembangan embrio yang ideal dalam telur ayam berkisar di antara (38-40 °C).

**Tabel 2.1 Suhu ideal ruang mesin tetas (Rudi Hermawan;2014;15)**

Hari ke -	Suhu Ideal Penetasan Telur			
	Tanpa kipas angin		Memakai kipas angin	
	°C	°F	°C	°F
1-18	39,0	102,0	37,5	99,5
19	39,7	103,5	37,0	98,5
20	40,0	104,0	37,0	98,5
21	40,5	105,0	37,0	98,5

Selama penetasan berlangsung, selain suhu ruang mesin tetas diperlukan juga kelembapan udara, sebagai pengurang serta agar kesetabilan cairan pada telur dan untuk proses kerapuhan kerabang telur. Apabila kelembapan tidak sesuai, maka akan mengakibatkan embrio tidak dapat memecahkan kerabang telur. Apabila kelembapan yang terjadi terlalu tinggi dan tidak sesuai kebutuhan maka dapat menyebabkan air masuk melalui pori-pori kerabang, air yang masuk mengakibatkan penumpukan cairan didalam telur mengakibatkan embrio tidak dapat bernafas hingga akhirnya embrio mati. Pada sisi teknis, kegagalan penetasan dapat bersumber dari kegagalan dalam pengaturan kelembapan dan suhu.

**Tabel 2.2 Kelembapan ideal yang di perlukan telur ayam (Rudi Hermawan;2014;17)**

Hari ke-	Kelembapan
1-18	55-60%
19-21	70%

#### **b. Ventilasi**

Ventilasi yang cukup adalah penting untuk diperhatikan mengingat di dalam telur ada embrio yang memerlukan oksigen (O<sub>2</sub>) dan mengeluarkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang melewati pori-pori kerabang telur. Oleh sebab

itu, pada saat pembuatan mesin tetas telur harus memperhatikan cukup maupun tidaknya oksigen yang terdapat pada ruangan mesin tetas.

Pada suatu mesin tetas biasanya selalu terdapat ventilasi udara supaya dapat terjadi proses pertukaran udara didalam mesin dengan udara luar. Pembukaan ventilasi udara dimulai hari ke 4 perlahan sampai hari ke 7 lubang ventilasi semuanya harus dibuka penuh (Rudi Hermawan;2014;138)

### 2.7.1 Persentase Daya Tetas Telur

Untuk mengetahui berapakah daya tetas yang dimiliki oleh masing-masing bok mesin tetas telur beserta variasi sumber panas yang digunakan maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut jumlah telur yang menetas dibagi jumlah telur yang fertile ( Yanuar Achadri;2020;421-422 ):

$$\sum Q = Q_0 + Q_1 \dots\dots\dots(1)$$

$$DT = \frac{\sum Q_1}{\sum Q_0} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$\sum Q_0$  = jumlah telur yang fertile

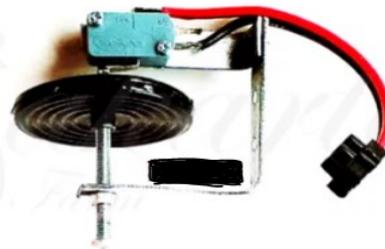
$\sum Q_1$  = jumlah telur yang menetas

DT = daya tetas telur ayam

### 2.8 Thermostat

Thermostat merupakan salah satu komponen penting pada mesin tetas dengan fungsi untuk mengatur suhu yang terjadi secara otomatis. Thermostat bekerja dengan memutus dan menyambung aliran listrik, jika suhu pada mesin tetas sudah sesuai dengan kebutuhan telur. Apabila suhu di pada mesin tetas mulai menurun pada batas tertentu, listrik dapat mengalir kembali, dengan tujuan agar suhu tetap konsisten .

Dengan bantuan termostat ini, suhu pada mesin penetas tetap terjaga dan berada pada kisaran suhu untuk penetas telur. Sehingga, termostatlah yang menjaga kondisi temperature pada mesin tetas. Apabila alat ini mengalami kerusakan, dapat dipastikan akan banyak telur yang tidak dapat menetas (Rudi Hermawan;2014;91-92).



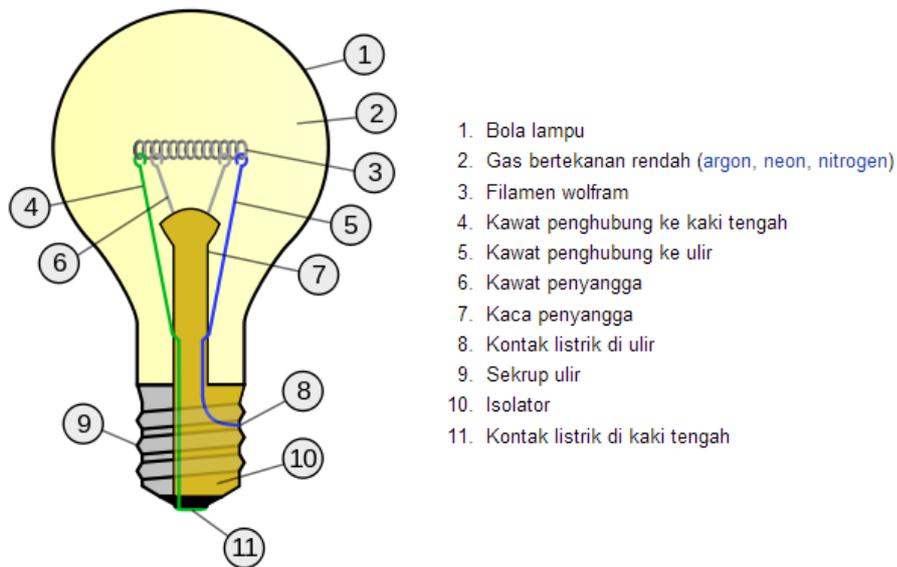
*Thermostat Kapsul*

Gambar 2.3 Termostat

## 2.9 Alat Pemanas Mesin Tetas

### a. Lampu Pijar

Lampu pijar merupakan jenis lampu yang menghasilkan cahaya melalui sebuah filament yang di aliri listrik, kemudian tersebut akan memanaskan dan menghasilkan cahaya. Agar filament tidak cepat rusak maka terdapat kaca menyelubungi bagian filamen panas pada bagian lampu, sehingga menyebabkan udara tidak mengenai filament dengan langsung, akibatnya filament tidak rusak secara langsung akibat teroksidasi. Banyak yang menggunakan lampu pijar disebabkan pancaran cahaya yang dihasilkan lebih merata dibandingkan menggunakan alat *heater*/pemanas yang lain, dengan demikian nilai ekonomis dalam penggunaan lampu pijar mudah di diperoleh jika dibandingkan dengan *heater*/pemanas serta harganya yang relatif lebih murah.



Gambar 2.4 Lampu Pijar

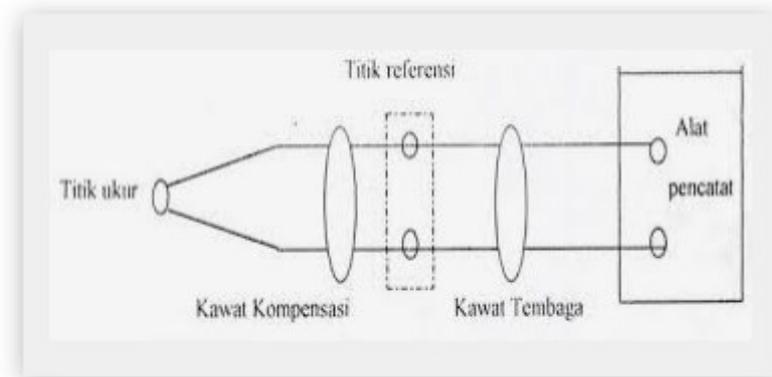
## 2.10 Kawat Thermokopel Tipe K

Dalam perkembangan teknologi seiring perkembangan zaman, maka dibutuhkan suatu alat bantu salah satunya dalam membantu proses pengukuran suatu panas yang bertemperatur. Pengukuran yang baik dan akurat dapat mempercepat selesainya suatu pekerjaan serta bila didukung pengoperasian yang praktis.

Perkembangannya zaman membuat kemajuan meliputi sebuah metode, perangkat maupun bahan serta konfigurasi suatu sensor. menggunakan satu jenis system sensor ialah termokopel. Pada sisi biaya untuk pembuatan yang murah, termokopel memiliki range dalam pembacaan pengukuran yang luas dibanding sensor-sensor pengukur temperatur lainnya.

Kawat termokopel tipe K (*Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy)*) termasuk dalam suatu jenis sensor yang dipakai dalam berbagai tujuan umum. sering digunakan untuk melakukan pengukuran temperatur dengan dasar perubahan temperatur dirubah menjadi sebuah sinyal listrik. Apabila antara suatu titik referensi dan suatu titik ukur memiliki perbedaan temperatur, dapat menimbulkan GGL (Gaya Gerak Listrik) yang mendorong terjadinya arus pada rangkaian.

Kawat termokopel apabila titik referensi ditutup menggunakan cara menghubungkan pada alat pencatat akan menunjukkan alat ukur akan sebanding dengan selisih temperatur diantara ujung panas (titik ukur) dengan ujung dingin (titik referensi) (Andi Rosman;2018;121-122).



Gambar 2.5 Skema Termokopel

### 2.11 Perhitungan Biaya

Menghitung pengeluaran atau biaya yang dipakai selama proses penetasan telur hal ini karena dalam menetas telur menggunakan energy listrik PLN.

$$\frac{\text{Ukur daya alat ( watt )} \times \text{waktu pemakaian ( jam )}}{1000} = \dots\dots\dots \text{Kwh}$$

Kemudian jumlah kwh × harga tarif tenaga listrik yang berlaku per kwh-nya