

KAJIAN IMPLEMENTASI PIRANTI THERMOELECTRIC (PELTIER) SEBAGAI SISTEM PENGATUR SUHU THERMOS PENYIMPAN SPERMATOZOA

Hariyadi Singgih¹⁾, Subiyantoro²⁾, Siswoko³⁾.

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

¹⁾ hariyadi.singgih@yahoo.com ²⁾ biayantoro@polinema.co.id

³⁾ siswako@gmail.com

Abstrak

Salah satu alternatif penerapan teknologi dibidang reproduksi ternak adalah dengan teknologi inseminasi buatan (*IB*). Proses Inseminasi Buatan (*IB*) adalah suatu teknik untuk memasukkan spermatozoa atau semen jantan yang telah dicairkan dan diproses terlebih dahulu kedalam saluran alat kelamin betina.

Untuk mendapatkan semen dengan kualitas baik, dilakukan pengawetan sperma sapi jantan dengan cara pengenceran dan diikuti dengan pendinginan hingga suhu 5°C (proses *chilling*). Proses *chilling* dengan penyimpanan semen menggunakan suhu 5°C akan mempertahankan usia semen 7 sampai 10 hari. Untuk pemenuhan ini, maka dirancang prototipe kotak *Thermos* sebagai Alat penyimpan spermatozoa agar kualitas semen dipertahankan bagus.

Metode penelitian adalah rancang bangun prototype alat menggunakan piranti *Thermoelectric TEC (peltier)* tipe *TEC1-12706T200*. Dan menggunakan piranti sensor suhu LM35 untuk mendeteksi suhu di dalam kotak. *Thermos*. Penelitian ini meneliti efisiensi waktu yang dibutuhkan oleh sistem saat mencapai suhu 5,0°C. dan parameter yang berpengaruh dalam mempercepat capaian suhu 5,0°C. Suhu yang terbaca sensor LM35 akan ditampilkan pada monitor LCD 16x2. Sistem pengolah data menggunakan Mikrokontroler Arduino.

Hasil Uji pengukuran dan kajian kinerja piranti *Thermoelectric TEC (peltier)* tipe *TEC1-12706T200* ketika mencapai suhu kerja maksimum 5,5 °C dalam waktu 8 jam. memiliki kesalahan sebesar : 2,5 %. yang bergantung besar-kecilnya catu daya (arus) listrik.

Kata-Kata Kunci: kontrol suhu, thermos, thermoelectrik (tec), spermatozoa, mikrokontroler-arduino

Abstract

One alternative application of technology in the field of animal reproduction is by artificial insemination technology (IB). Artificial Insemination Process (IB) is a technique for inserting spermatozoa or semen which has been melted and processed first into the female genital tract.

To obtain good quality cement, cow sperm preservation by dilution and followed by cooling to 5 ° C (chilling process). The chilling process with cement storage using 5 ° C will keep the cement life of 7 to 10 days. For this fulfillment, the Thermos box prototype is designed as a spermatozoa storage device to ensure good cement quality.

The research method is design of prototype tool using Thermoelectric TEC (peltier) type device TEC1-12706T200. And use the LM35 temperature sensor device to detect the temperature in the box. Thermos. This study examines the efficiency of time required by the system when it reaches 5.0 ° C. and influential parameters in accelerating the temperature performance of 5.0 ° C. The readable temperature of the LM35 sensor will be displayed on a 16x2 LCD monitor. Data processing system using Arduino Microcontroller.

Measurement result and performance assessment of Thermoelectric TEC (peltier) device type TEC1-12706T200 when it reaches maximum working temperature 5,5 ° C within 8 hours. has an error of 2.5%. which depends on the size of the power supply (Current) electricity.

Keywords: *Temperature Control, Thermos, Thermoelectric (TEC), Spermatozoa, Microcontroller-Arduino*

1. PENDAHULUAN

Inseminasi buatan yang lebih dikenal dengan kawin suntik merupakan cara pemasukan spermatozoa ke dalam organ reproduksi betina dengan alat tertentu dengan bantuan manusia. Keberhasilan inseminasi buatan memerlukan *semen* yang berkualitas baik dengan daya hidup *semen* yang tinggi, sehingga proses pengolahan *semen* perlu diperhatikan. *Semen* segar terbukti menghasilkan fertilitas lebih tinggi, biaya lebih murah dan tingkat keberhasilannya tinggi. Untuk *semen* beku 1 juta *semen* cair sebanding dengan 15 juta *semen* beku. Dalam pemanfaatan *semen* cair dibutuhkan teknologi dalam menjaga

kualitas *semen*. Salah satunya dengan metode pengawetan sperma dengan metode *chilling* [1].

Pengawetan sperma ada beberapa macam diantaranya pendinginan dan pembekuan sampai suhu -196°C . Proses *chilling semen* adalah pengawetan sperma dengan cara diencerkan dan diikuti dengan pendinginan sampai suhu 5°C , sehingga pembuatannya lebih cepat dari pembekuan sperma yang didinginkan sampai -196°C . Pengenceran dilakukan untuk menjamin kebutuhan fisik dan kimiawi, dan penyimpanan pada suhu 5°C dapat mempertahankan kehidupan sperma dalam waktu tertentu untuk kemudian dipakai sesuai dengan kebutuhan [4]. *Chilling semen* dibuat untuk mempermudah pelaksanaan inseminasi buatan di lapangan, sehingga lebih praktis dan lebih ekonomis bila dibandingkan dengan menggunakan *semen* beku yang selalu tergantung pada ketersediaan *nitrogen* cair dan kontainer NZ yang cukup mahal. Pemeliharaan *semen* ini cukup hanya disimpan di dalam suhu 5°C dan bisa bertahan sampai 1 minggu. [5]. Untuk penyimpanan *semen* ini memerlukan sebuah alat penyimpan sementara (kotak *thermos*) yang suhunya dapat diatur sesuai kebutuhan dan dapat dipertahankan tetap.

Oleh karena itu diperlukan alat *Thermos* Penyimpan Spermatozoa. Dalam penelitian ini akan dikaji pemakaian piranti *Thermoelectric* (TEC) yang dapat merubah energi listrik menjadi suhu panas dan dingin, tanpa menggunakan proses pendinginan *refrigerator* (HFC) atau proses *semen* beku yang selalu tergantung pada ketersediaan *nitrogen* cair dan kontainer N2 yang cukup mahal [5].

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat kajian terhadap penerapan piranti *Thermoelectric* TEC (*peltier*) dalam implementasi sistem pengatur suhu *box-Thermos* penyimpan spermatozoa menggunakan kendali *Arduino*.

2. KAJIAN PUSTAKA

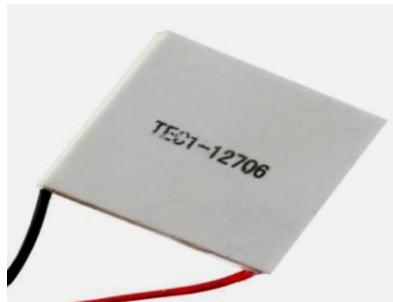
2.1 Inseminasi Buatan (IB)

Inseminasi buatan (IB) yang lebih dikenal dengan kawin suntik merupakan cara pemasukan spermatozoa ke dalam organ reproduksi betina dengan suatu alat tertentu dengan bantuan manusia, dan melalui proses sejak penampungan semen,

penilaian, sampai penilaian hasil dari inseminasi buatan.[7] Keberhasilan inseminasi buatan memerlukan semen yang berkualitas baik dengan daya hidup semen yang tinggi, sehingga proses pengolahan semen perlu sangat diperhatikan. Semen segar terbukti menghasilkan fertilitas lebih tinggi, biaya lebih murah. Dalam pemanfaatan semen cair dibutuhkan teknologi dalam menjaga kualitas semen salah satunya dengan metode pengawetan sperma dengan metode *chilling*. [8] Pemeliharaan semen ini cukup hanya disimpan di dalam suhu 5 °C dan bisa bertahan sampai 1 minggu. [5].

2.2 Piranti *Thermoelectric* (TEC)

Piranti pendingin *Thermoelectric* (TEC), juga sering kali disebut



Gambar 1. *Thermoelectric* (TEC) [6].

dengan pendingin *peltier* atau pompa *panasolid state* yang memanfaatkan efek *peltier* untuk memindahkan panas. Saat TEC dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari suatu sisi ke sisi yang lain, biasanya menghasilkan panas sekitar 40°C – 70°C. Apabila ada aliran arus listrik, maka akan disertai dengan panas hasil dari arus tersebut (pemanasan *joule*). Table 1 menunjukkan beberapa tipe piranti karakteristik *thermoelectric*.

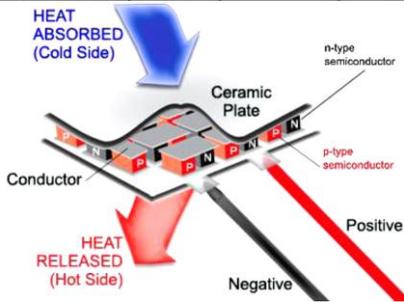
Prinsip Kerja TEC

Prinsip kerja TEC ketika dua konduktor dihubungkan dengan kontak listrik, electron akan mengalir dari suatu konduktor yang mempunyai electron yang lebih terikat. Ketika dua konduktor dengan tingkat Fermi yang berbeda digabungkan, electron akan

mengalir dari konduktor dengan tingkat yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah hingga perubahan potensial elektrostatik membawa dua tingkat Fermi menjadi nilai yang sama (Gambar 2).

TABEL 1. KARAKTERISTIK *THERMOELECTRIC* [6].

Modell	a * a * c to mm/inch	Schenkel	I _{max} to A	U _{max} to V	Q _{cmax} to W ΔT=0
TEC1-12704T200	40°40°4,7/ 1.575°1.575°0.185	127	4	15,2	37,7
TEC1-12705T200	40°40°4,2/ 1.575°1.575°0.165	127	5	15,2	47,1
TEC1-12706T200	40°40°3,9/ 1.575°1.575°0.154	127	6	15,2	56,5
TEC1-12708T200	40°40°3,6/ 1.575°1.575°0.142	127	8	15,2	75,4
TEC1-12710T200	40°40°3,3/ 1.575°1.575°0.13	127	10	15,2	94,2



Gambar 2. Karakteristik *Thermoelectric* [6].

2.3 Sensor Suhu IC LM35

Sensor suhu IC LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. dan tidak membutuhkan pengkalibrasian eksternal yang menyediakan akurasi $\pm 1/4^\circ\text{C}$ pada temperatur ruangan dan $\pm 3/4^\circ\text{C}$ pada kisaran -55°C hingga $+150^\circ\text{C}$. Sensor suhu IC LM35 dapat dialiri arus sebesar $60 \mu\text{A}$ dari *supply* sehingga panas yang ditimbulkan sendiri (*self heating*) sangat rendah yaitu kurang dari 0°C di dalam suhu ruang. [3].

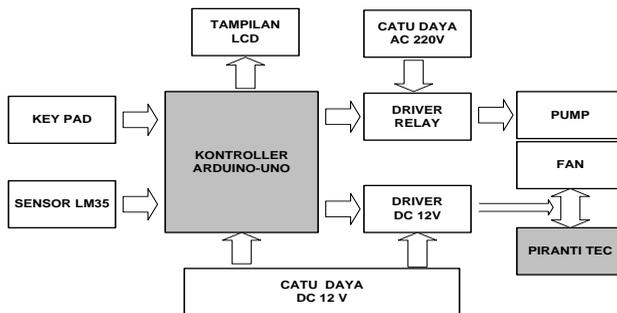
Tabel 2 adalah karakteristik sensor suhu IC LM35

Tabel 2. Karakteristik sensor suhu IC LM35 [3].

No	Karakteristik	Keterangan
1	Sensitivitas	10 mV/°C
2	Akurasi kalibrasi	0,5 °C pada suhu 25 °C
3	Jangkauan maksimal operasi suhu	-55 °C sampai +150 °C
4	Wide supply range	4 volt - 30 volt
5	Konsumsi arus	< 60 µA
6	Low heating	< 0,1 °C pada udara diam
7	Impedansi keluaran	0.1 W untuk beban 1 mA
8	Ketidaklinieran	± ¼ °C

3. METODE

Langkah penyelesaian masalah penelitian diawali dengan studi literature tentang parameter kelistrikan *piranti Thermoelectric*, membangun sistem blok diagram rangkaian dengan kendali utama mikrokontroler Arduino, merancang *software* kendali *Arduino* yang digunakan untuk kontroler suhu dan kestabilannya. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. data hasil pengujian di kaji untuk disimpulkan. Konsep penyelesaian masalah digambarkan melalui Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Blok Diagram

Kotak Thermos digunakan ukuran standart ± (30 x 40) cm sebagai fungsi thermos (Gambar 4) yang didalamnya selain tempat hardware rasngkaiian juga digunakan sebagai ruang bahan uji suhu *piranti Thermoelectric*.



Gambar 4. Kotak thermos

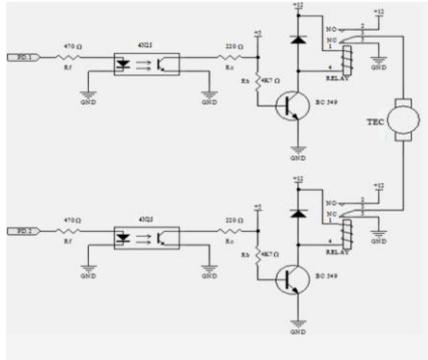
Water-blok adalah piranti *Thermoelectric* (TEC) yang dibungkus dengan isolator pasta sedemikian rupa dengan tujuan untuk menghambat suhu panas yang dihasilkan *Thermoelectric* (TEC) seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.



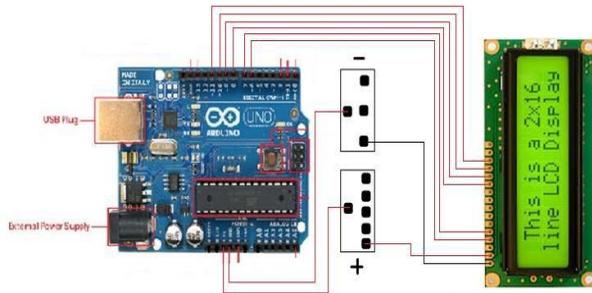
Gambar 5. Model Water-Block [6].

3.1 Merancang Rangkaian Driver *Thermoelectric* (TEC)

Fungsi driver TEC digunakan untuk mengaktifkan dan nonaktifkan piranti TEC yang terkontrol. Relay akan aktif apabila diberi logika tinggi (*high*) pada kaki anoda *optocoupler*. Agar rangkaian driver relay TEC tidak terjadi arus balik masuk ke sistem mikrokontroler, maka dipasang rangkaian *optocoupler* yang berfungsi sebagai isolator. seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 dan rangkaian tampilan LCD (Gambar 7).



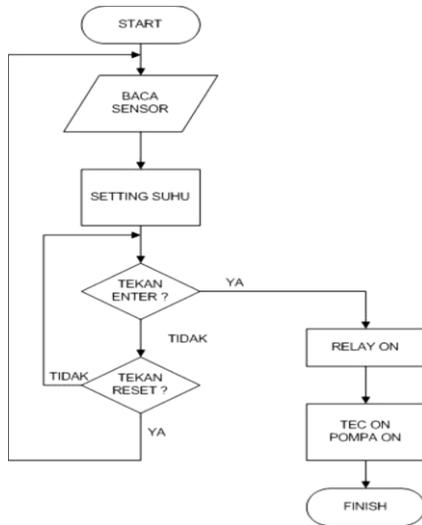
Gambar 6. Rangkaian driver TEC [3].



Gambar 7. Rangkaian Tampilan LCD [2]

3.2 Merancang dan Membuat *Software*

Perancangan software bertujuan untuk membuat logika kerja pada sistem mikrokontroler arduino uno agar dapat bekerja sesuai konsep yang direncanakan. Pada konsep logika kerja mikrokontroler akan menerima masukan data dari *push button*, kemudian membaca sensor suhu, yang ditampilkan pada monitor LCD. Diagram logika perancangan software ditunjukkan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Logika perancangan software

3.3 Pengujian Sistem

Bahan uji piranti TEC digunakan type TEC1-12706T200 (tabel 2.1) dan Thermometer Air Raksa sebagai Alat bantu acuan referensi suhu. Prosedur pengujian piranti TEC dilakukan dengan cara menghubungkan dua buah kabel positif dan negatif ke *catu daya* DC 12 V,



(A) Ruang thermos pendingin



(b) Sistem elektronik

Gambar 9. Pengujian piranti TEC dalam sistem

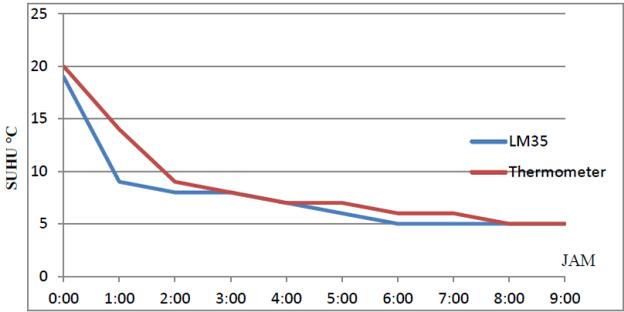
piranti TEC ditempatkan kedalam kotak Thermos yang dikonstruksi sedemikian rupa (Gambar 9). Hasil Uji piranti TEC Tabel 1 menghasilkan suhu dingin disatu sisi dan panas disisi lainnya. Oleh karena itu pada sisi yang panas diberikan pendingin blower FAN atau *water coolean*.

3.4 Data Hasil Pengujian Sistem

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Piranti TEC

No	PERLAKUAN WAKTU PENGUJIAN	WAKTU DIPERLUKAN	ARUS DRIVER TEC TERDETEKSI (Ampere)	KONDISI SUHU RUANG PENDINGIN (°C) (Thermos) → X	SUHU (°C) THERMOMETER (Referensi) → Y
1	10.00 – 11.00	1 JAM	5,0	25 °C	25 °C
2	11.00 – 12.00	1 JAM	5,2	19 °C	19 °C
3	12.00 – 13.00	1 JAM	5,3	15,5 °C	16 °C (3%)
4	13.00 – 14.00	1 JAM	5,3	12 °C	12,5 °C
5	14.00 – 15.00	1 JAM	5,4	9,5 °C	10 °C
6	15.00 – 16.00	1 JAM	5,4	7,0 °C	7,5 °C
7	16.00 – 17.00	1 JAM	5,5	6,0 °C	7,0 °C
8	18.00 – 19.00	1 JAM	5,5	5,5 °C	6,0 °C
9	19.00 – 20.00	1 JAM	5,5	5,5 °C	6,0 °C

Perbandingan data dalam Tabel 1 antara suhu ruang perdingin piranti TEC yang diperoleh dari pembacaan monitor LCD (hasil pengukuran) terhadap Alat ukur Thermometer referensi digambarkan grafiknya dalam Gambar 10. Kesalahan relatif : $(X - Y)/Y \times 100\%$.



Gambar 10. Data grafik perbandingan suhu

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian dalam Tabel 1 dapat dijelaskan :

1. Target pengujian adalah untuk mendapatkan nilai optimasi sejauh mana piranti TEC dapat menghasilkan suhu dingin dan parameter apa saja yang berpengaruh.
2. Pengujian sistem dilakukan mulai jam 10.00 hingga 20.00 WIB, dan setiap jamnya dicatat untuk mengetahui perubahan data yang dihasilkan. Rata-rata kesalahan relatif : 2,5 %.
3. Data dalam Tabel 1 memberikan besaran ilustrasi suhu dalam ruang pendingin relatif linier, mulai suhu 25°C berangsur-angsur turun (*decrement*) hingga dicapai maksimal suhu 5,5°C, yakni saat pengukuran ke-8 dan 9 dan diperlukan waktu 8 jam.

Dari seluruh langkah pengujian, parameter yang berpengaruh adalah catu daya (arus) 5,5 Ampere, semakin dingin suhu yang dihasilkan, arus yang diperlukan semakin meningkat dan suhu panas yang dikeluarkan/dibuang pada sisi piranti pertier TEC juga meningkat. untuk ukuran ruang pendingin Thermos kapasitas 2 liter atau luasan (20 x 30)cm.

5. PENUTUP

Hasil analisis data dalam Tabel 1 dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut :

- 1) Kinerja piranti peltier TEC tipe TEC1-12706T200 cukup linier yakni memiliki kesalahan rata-rata sebesar : 2,5 %.

- 2) Kinerja piranti peltier TEC tipe TEC1-12706T200 dapat mencapai suhu kerja maksimum 5,5 °C (dingin).
- 3) Saat dicapai suhu kerja maksimum dingin (5,5 °C), dibutuhkan waktu selama 8 jam dan parameter lain yang berpengaruh adalah catu daya (arus) 5,5 Ampere. semakin suhu dingin, arus yang diperlukan semakin meningkat untuk ukuran ruang pendingin Thermos kapasitas 2 liter atau luasan (20 x 30)cm.

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memakai catu daya peltier dengan kemampuan arus yang lebih besar.

Karena panas yang ditimbulkan pada sisi peltier semakin tinggi, maka diperlukan sistem sirkulasi pendingin yang proposional.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agrobisnis, 2015, *Inseminasi Buatan (IB) atau kawin suntik*, <http://www.agrobisnisinfo.com> diakses 12 april 2016
- [2] Datasheet Arduino : <http://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf> . diakses 10 Maret 2018
- [3] Malvino, A,P, 2009, *Prinsip-Prinsip Elektronika*, edisi ketiga, diterjemahkan oleh Prof. M BArmawi, Ph.D dan M.O. Tjia, Ph.D Erlangga, Jakarta
- [4] Momo, 2012, *Semen Beku*, <http://momoklembuargo.blogspot.com> diakses pada 12 Februari 2018
- [5] Sasmita, 2009, *Pengolahan Semen Dan Inseminasi Buatan* , <https://www.researchgate.net> diakses 15 Mare 2018.
- [6] Santosa, Nurhadi budi, 2014, http://www.vedcmalang.com/ppptk_boemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric-peltier diakses 22 Januari 2018
- [7] Sugiri Mintarsih, 2012, *Inseminasi Buatan(IB)*,<http://www.mintarsihugiri.blogspot.com>
- [8] Wikipedia Indonesia, 2010, *Inseminasi Buatan*, <http://www.wikipedia.com> diakses pada; 3 Januari 2018