

## SISTEM KONTROL KESTABILAN SUHU PADA INKUBATOR BAYI BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MATLAB/ SIMULINK

Bayu Nurcahya<sup>1, 2)\*\*</sup>, I Wayan Widhiada<sup>3)</sup>, I Dewa Gede Ary Subagia<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>S2 Teknik Mesin, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana  
Jl. Sudirman, Denpasar, Bali 80114

<sup>2)</sup>RSUD Wangaya Kota Denpasar, Jalan Kartini 133 Denpasar  
\*Email: [bayurswangaya@gmail.com](mailto:bayurswangaya@gmail.com)<sup>(1)</sup>

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

### Abstrak

Bayi baru lahir memerlukan perhatian khusus pada proses persalinan, hal ini berpengaruh pada kesehatan bayi itu sendiri. Begitu pula dengan bayi lahir premature mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap lingkungan sekitarnya. Suhu sekitar bayi dikondisikan sesuai dengan kebutuhan bayi agar bayi mampu beradaptasi dan tidak rentan terhadap penyakit, terkait hal tersebut diperlukan alat inkubator yang membantu menormalkan suhu dan kelembaban di sekitar tubuh bayi. Untuk mengatur pengontrolan suhu dalam inkubator tersebut diperlukan mikrokontroler Arduino Uno agar temperatur yang dikehendaki yaitu 36 °C tetap terjaga dan stabil. Kemudian dilakukan pengamatan dan analisis data untuk mengetahui laju perpindahan panas pada inkubator serta hubungan parameter-parameter penelitian dengan Matlab/Simulink. Dari hasil penelitian diperoleh kestabilan suhu 36 °C pada Inkubator bayi dapat terjaga dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. Nilai perpindahan panas paling tinggi adalah saat temperatur pada 36 °C, dan terjadi kestabilan temperatur sehingga inkubator ini mampu menjaga temperatur sekitar, mempertahankan suhu tubuh bayi dalam batas normal serta menjaga kelembaban udara sesuai dengan batasan nilai yang dibutuhkan dalam inkubator bayi.

Kata Kunci : Inkubator bayi, Arduino Uno, Sistem Kontrol suhu, sensor DHT11, sensor LM 35

### Abstract

*The newborns require special attention during the birth process, it affects the health of the baby it self. Similarly, babies born prematurely have a high degree of sensitivity surrounding. The baby temperature are conditioned to baby's needs so that the baby is able to adapt and not susceptible to disease, related to it needed the incubator which helps normalize the temperature and humidity. Its used to set the temperature control in the incubator is required Arduino Uno microcontroller that the desired temperature is 36 °C to stay awake and stable. Then do the observation and analysis of data to determine the heat transfer rate in the incubator and the relationship parameters of the study with Matlab / Simulink. The research were obtained temperature 36 °C at Baby Incubator can be maintained by using Arduino Uno microcontroller. Heat transfer value is highest when the temperature at 36 °C, and temperature stability so happens this incubator is able to maintain an ambient temperature, maintain the baby's body temperature within normal limits and keep the moisture in the air in accordance with the limit values required in infant incubator.*

*Keywords: Baby Incubator, Arduino Uno, Temperature control system, DHT11, LM 35*

---

\* Penulis Korespondensi : bayurswangaya@gmail.com

## **1. PENDAHULUAN**

Kemajuan teknologi di bidang kesehatan menjadi sangat penting, terutama pada keselamatan bayi. Dalam hal ini banyak terjadi kematian bayi prematur yang disebabkan oleh tidak tertangani dengan baik fasilitas dan sarana kesehatan. Bayi yang lahir prematur mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap lingkungan di sekitarnya dan sangat rentan terhadap penyakit yang sebagian besar disebabkan oleh bakteri karena suhu sekitar bayi tidak normal.

Terkait hal tersebut, kebutuhan alat inkubator menjadi hal penting terutama di ruang perawatan bayi. Alat inkubator adalah alat yang membantu menormalkan suhu dan kelembaban di sekitar tubuh bayi.

Bayi yang mengalami lahir prematur membutuhkan perawatan intensif dan tingkat kehangatan yang cukup stabil mengingat bayi tersebut belum terbiasa beradaptasi dengan suhu diluar kandungan sang ibu.

Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan alat inkubator dengan mikrokontroler Arduino Uno. Tujuan secara umum adalah memperbaiki kekurangan yang terdapat pada inkubator sebelumnya. Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan Simulasi dan eksperimen, Simulink yang merupakan salah satu bagian dari Matlab ( Matriks Laboratory) untuk perhitungan teknis, desain kontrol, dsb. Simulink menyediakan interface grafis ke beberapa fungsi Matlab, sehingga memungkinkan mendesain model dan mengontrol sistem dinamik secara real time. Setelah dilakukan pemodelan kemudian merancang suatu prototipe inkubator bayi dengan mikrokontroler Arduino Uno yang mengatur agar suhu di dalam inkubator tersebut menjadi stabil pada range  $36^{\circ}\text{C}$ . Penelitian diuji dengan menggunakan formula perpindahan panas serta laju aliran dalam bentuk persamaan aljabar linier yang diselesaikan dengan perhitungan, untuk menunjukkan nilai konvergen.

Simulasi sangat membantu proses perhitungan dan analisis tanggapan sistem terhadap aksi pengontrolan pada inkubator bayi. Penggunaan aplikasi Metode Simulink dengan mikrokontroler Arduino Uno dapat mengatur kestabilan sistem pengontrolan temperatur pada inkubator bayi yaitu pada temperatur  $36^{\circ}\text{C}$ .

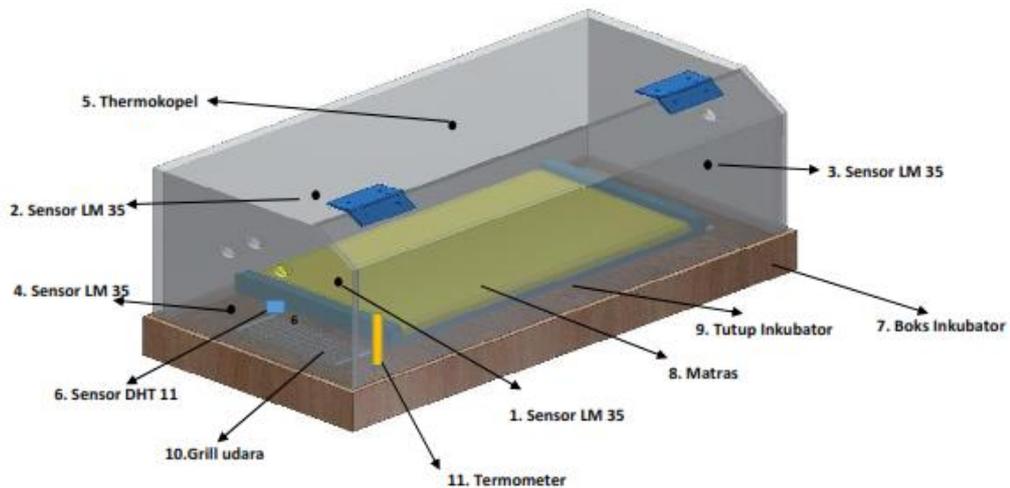
## **2. METODE**

### **2.1 Peralatan dan Bahan**

Dalam melaksanakan penelitian ini, adapun peralatan dan bahan yang digunakan adalah :

➤ **Akrilik**

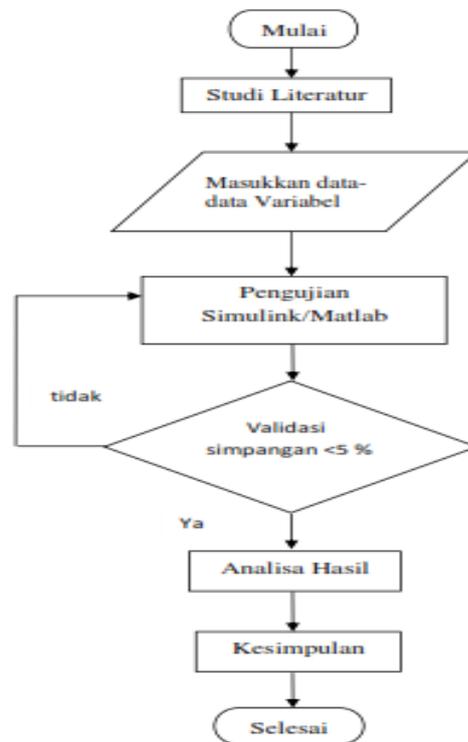
Merupakan plastik yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul daripada kaca dalam banyak cara salah satunya dari perbedaan sifatnya yaitu dari kelenturan dari akrilik itu sendiri.



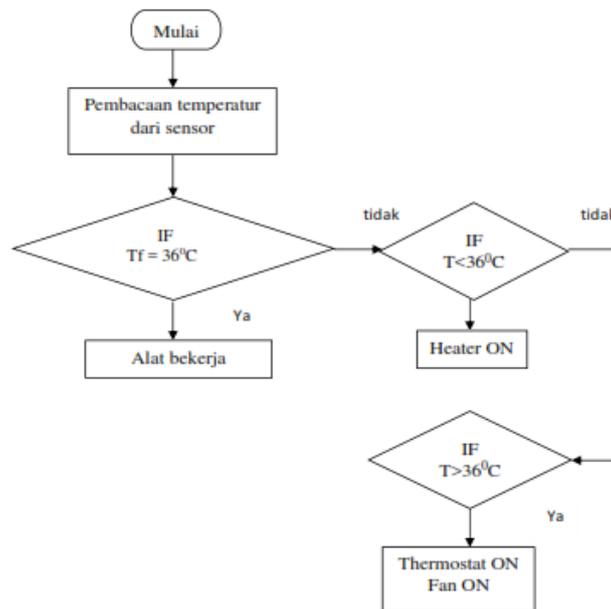
Gambar 1 Rancangan Penelitian Inkubator

- Arduino  
Merupakan board berbasis mikrokontroler pada ATmega 328. Board ini memiliki 14 digital input/ output pin ( dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal
- Sensor suhu DHT 11  
Sensor suhu ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam ruangan inkubator.
- Sensor suhu LM 35  
Sensor suhu ini digunakan untuk mengukur suhu dalam ruang inkubator. Sensor suhu yang digunakan sebanyak empat buah yang tersebar di masing-masing dinding inkubator.
- Thermometer  
Thermometer ini berfungsi untuk mengukur suhu udara luar inkubator bayi.
- Catu Daya/ Adaptor  
Merupakan sumber tegangan DC. Sumber tegangan DC digunakan untuk memberikan tegangan input bagi blok rangkaian dengan tegangan dan arus yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian itu sendiri.
- Fan  
Digunakan untuk mendistribusikan panas serta mendinginkan jika suhu diatas nilai set point dan kelembaban dibawah nilai set point.
- Komputer atau laptop  
Berfungsi untuk menjalankan program Simulink/Matlab. Lubang udara segar  
Berfungsi untuk mengalirkan udara segar dari luar alat inkubator sehingga udara dalam ruangan bersirkulasi dengan udara segar.
- LCD 2x16  
Berguna untuk menampilkan pengukuran suhu dan kelembaban dalam ruangan inkubator
- Relay  
Merupakan saklar elektronik yang dapat membuka dan menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain.
- Heater  
Digunakan sebagai pemanas pada ruang inkubator bayi. Mengingat fungsi dari heater adalah memancarkan panas. Heater yang dikontrol oleh suatu rangkaian control suhu agar suhu tetap stabil.

## 2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram kontrol sistem mikro kontroler Arduino

## 2.3 Prosedur Penelitian

Adapun tahapan penelitian adalah:

1. Studi Literatur  
Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi atau bahan materi baik dari buku, jurnal, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Perancangan model

Dalam tahapan ini dilakukan perancangan model yaitu perancangan inkubator, setting relay, setting LCD, setting heater dan setting Arduino Uno yang dikoneksikan dengan sensor suhu DHT11, Setelah didesain komponen Inkubator maka dilakukan penambahan program Arduino library kedalam mikrokontroler Arduino Uno. Hal ini dilakukan untuk mensetting sistem kontrol yaitu agar suhu ruang inkubator tetap stabil pada temperatur 36 °C, serta mensinkronkan pin-pin dari Arduino Uno dengan sensor suhu DHT11

### 3. Blok Simulink

Pembuatan program untuk simulasi ini dilakukan dengan program *Matlab/Simulink*. Pada program matlab setelah jendela model muncul maka dibuatlah diagram blok. Kemudian membuat satu set konfigurasi model dengan mensetting suhu yang diinginkan yaitu 36 °C dan setting waktu yaitu sampai pengujian 3000 detik.

### 4. Running Simulasi dan Pengambilan data

Pada tahapan ini simulasi berjalan dari waktu mulai ditentukan sampai waktu berhenti ditentukan. Selama simulasi berlangsung, tanda waktu simulasi berjalan ditunjukkan. Tanda stop sebagai perintah untuk menghentikan simulasi. Selama proses running dilakukan pengambilan data untuk laju perpindahan panas pada dinding inkubator maupun laju perpindahan panas pada matras inkubator. Data yang diambil yaitu Inkubator tanpa bayi dan Inkubator dengan bayi 2 kg

### 5. Analisa Hasil

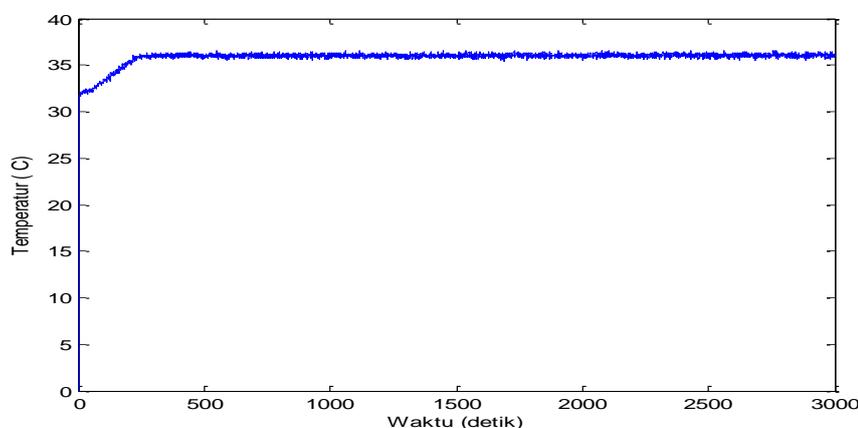
Setelah model inkubator berhasil diuji, kemudian dilakukan perintah plot (suhu.time, suhu.signals.values) untuk menampilkan hasil simulasi , dalam hal ini keluaran adalah berupa grafik.

Grafik tersebut dianalisa terkait dengan sistem perpindahan panas yang terjadi dan kestabilan suhu saat inkubator dinyalakan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Kestabilan Temperatur menggunakan Matlab pada Arduino Uno

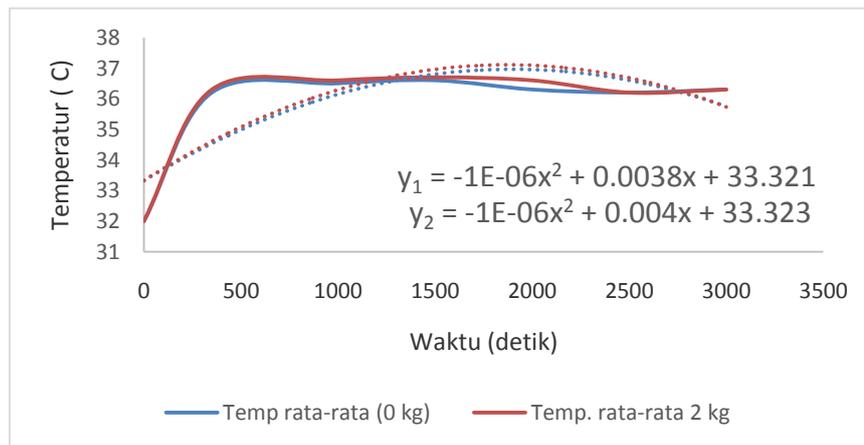
Dari gambar 4 terlihat bahwa grafik temperatur mulai meningkat pada saat detik ke 0 yaitu temperatur 32 °C, kemudian grafik bergerak naik dan temperatur stabil pada waktu 400 detik. Hal ini pengaruh dari temperatur ruang inkubator yang telah terdistribusi dengan baik. Kestabilan temperatur yang terjadi akan berbanding lurus dengan perpindahan panas pada inkubator bayi. Semakin stabil temperatur maka nilai perpindahan panas yang terjadi semakin menyeluruh. Nilai Perpindahan panas dipengaruhi juga konduktifitas bahan akrilik dan ketebalan bahan akrilik yang digunakan.



Gambar 4. Grafik karakteristik perubahan temperatur terhadap waktu pada prototype inkubator

### 3.2 Analisa Hubungan antara Sensor Temperatur terhadap Waktu

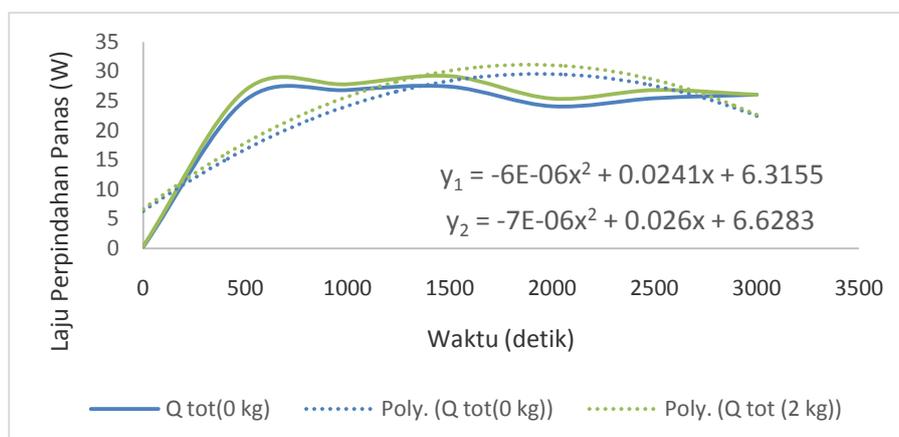
Untuk hasil pengukuran pada incubator dengan menggunakan sensor suhu diperoleh grafik yang dijabarkan pada gambar 6.3. Pengukuran dilakukan pada incubator bayi dengan berat bayi 0 kg dan 2 kg,. Parameter X merupakan waktu pengukuran dalam hal ini dengan satuan detik, sedangkan parameter Y diisi dengan suhu dengan satuan Kelvin (K). Berikut grafik hasil pengukuran Inkubator bayi dengan sensor suhu



Gambar 5. Grafik Kestabilan temperature dengan sensor suhu pada Inkubator dengan berat bayi 0 kg dan bayi 2 kg,

Pada grafik 5 dapat dilihat bahwa grafik cenderung sama arah perubahannya namun incubator dengan bayi 2 kg lebih cepat tercapai suhu 36 °C atau 309 K, hal ini disebabkan panas sensibel yang terdapat dalam tubuh bayi dapat mempengaruhi suhu sekitar inkubator, sehingga waktu lebih cepat untuk mencapai 36 °C. Dari grafik juga terlihat temperatur rata-rata ruangan yang diukur dari empat sensor suhu menunjukkan bahwa temperatur 36 °C tercapai pada detik ke 400, kemudian setelah detik 500 relatif stabil. Faktor posisi sensor juga merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada nilai besaran temperatur. Semakin dekat letak sensor terhadap sumber panas maka nilai besaran temperature semakin panas dan waktu mencapai nilai temperature semakin cepat.

### 3.3 Analisa Laju Perpindahan Panas pada Dinding Inkubator



Gambar 6. Grafik Laju Perpindahan Panas pada Dinding Inkubator

Dari perbandingan grafik diatas terdapat hubungan distribusi temperature terjadi akibat adanya kontak antara bayi yang terdapat dalam incubator dengan udara yang dialirkan sehingga menunjukkan adanya perpindahan panas diantara benda maupun udara.

dimana X merupakan waktu selama proses penelitian dan Y merupakan Total laju perpindahan panas pada Dinding Inkubator.

Dari perbandingan grafik diatas terdapat hubungan yaitu kestabilan temperatur akan terlihat stabil pada saat waktu yang diperlukan semakin lama hal ini dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida yang sama dari fan kipas untuk distribusi temperatur. Udara mengalir menyusuri atas box dan mulai mengalami peningkatan densitas akibat pendinginan dinding atas. Setelah sampai dinding atas, karena densitasnya meningkat maka fluida semakin cepat mengalir ke bawah, sehingga distribusi yang terjadi pada ruang Inkubator sudah sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan oleh bayi.

#### 4. SIMPULAN

Sistem control Mikrokontroler Arduino Uno dapat bekerja secara otomatis serta mampu mengatur kestabilan incubator bayi pada temperatur  $36^{\circ}\text{C}$  dengan kelembaban antara 50% -60% sesuai dengan kebutuhan bayi di dalam incubator. Jika suhu tidak kurang dari yang ditetapkan, maka heater yang merupakan pemanas akan menyala agar suhu mencapai nilai set point. Waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu  $36^{\circ}\text{C}$  adalah 400 detik atau 6,4 menit, pada incubator tanpa beban dan dengan beban bayi 2 kg sehingga waktu selanjutnya kestabilan suhu dapat terjaga. Sensor suhu DHT11 dan LM 35 yang terintegrasi dengan Arduino Uno telah bekerja dengan baik dan mampu memonitoring temperature incubator agar terjadi kestabilan pada temperatur  $36^{\circ}\text{C}$ .

Perancangan system control dengan bantuan *software* Matlab sangat memudahkan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan.

#### DAFTAR PUSTAKA:

- [1] AHM. Fazle Elahi, Zinat Ara Nisha, *Low Cost Neonatal Incubator with Smart Control System*, Department of Mechanical Engineering Khulna University of Engineering & technology (KUET), Bangladesh
- [2] Hitu Bansal, Lini Mathew, Ashish Gupta, 2015, *Controlling of Temperature and Humidity for an Infant Incubator Using Microcontroller*, International Journal IJAREEIE, ISSN (Online): 2278-8875, Vol.4, Issue 6, 2015, DOI:10.15662/ijareeje.2015.0406012
- [3] Holman, J.P, 1988, *Perpindahan Kalor*, Erlangga, Jakarta
- [4] Kosim, M. Sholeh (ed), 2005, *Buku Panduan Manajemen Masalah Bayi Baru Lahir untuk Dokter, Bidan, dan Perawat di Rumah Sakit*, Jakarta : IkatanDokter Anak Indonesia.
- [5] Maciej K. Ginalski, AJ. Nowak, LC. Wrobel, 2008, *Modelling of heat and mass transfer processes in neonatology*, Institute of Thermal Technology Poland
- [6] Muhamar Kadafi, MT, 2011, *Penerapan Simulink untuk Simulasi*, Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana, Jakarta.
- [7] Ruri Agung W., Ridho H, Gunawan N, 2012, *Analisis Distribusi Temperatur dan Aliran Udara pada Inkubator Bayi dengan Variasi tipe Dinding dan Overhead Screen*, Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.
- [8] Rayzah Nur Ilmiyati, 2012, *Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Inkubator bayi dengan Visual Basic 6.0 berbasis Arduino*.
- [9] Yasser Amer Al-Taweel, 2006, *A Simulation Model of Infant – Incubator – Feedback*

*System with Humidification and Temperature Control*, The Faculty of Engineering and Science of Auckland University of Technology, AUT

- [10] Yosua Maha Kurnia S, Himsar Ambarita, 2012, *Rancang Bangun Inkubator Bayi dengan Menggunakan Phase Change Material sebagai Pemanas Ruang Inkubator*.