

## DAFTAR ISI

|                                                  |             |
|--------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                             | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                        | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b>                        | <b>iii</b>  |
| <b>NASKAH SOAL TUGAS AKHIR / SKRIPSI</b>         | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN HASIL UJIAN PENDADARAN</b> | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>INTISARI</b>                                  | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                            | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                             | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                              | <b>xvii</b> |

## **BAB I PENDAHULUAN**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang             | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah            | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian          | 3 |
| 1.4. Asumsi dan Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian         | 4 |

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

## **BAB III DASAR TEORI**

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 3.1. Definisi Thermoelectric               | 8  |
| 3.1.1. Thermoelectric Multistage (Cascade) | 8  |
| 3.1.2. Parameter Thermal yang Dibutuhkan   | 9  |
| 3.1.3. Heatsink                            | 11 |
| 3.2. Perpindahan Panas                     | 12 |
| 3.2.1. Konduksi                            | 12 |
| 3.2.1.1. Konduksi pada Bidang Datar        | 12 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2. Konveksi                                                            | 14 |
| 3.3 Panel Surya                                                            | 14 |
| 3.4. Solar Charge Controller                                               | 16 |
| 3.5 Pyranometer                                                            | 17 |
| <b>BAB 1V METODOLOGI PENELITIAN</b>                                        |    |
| 4.1. Bahan dan Alat Penelitian                                             | 19 |
| 4.2. Jalan Penelitian                                                      | 24 |
| 4.2.1 Diagram Alir Penelitian                                              | 24 |
| 4.2.2. Perancangan dan Instalasi Alat                                      | 25 |
| 4.2.2.1. Perancangan Alat                                                  | 25 |
| 4.2.2.2. Instalasi Alat                                                    | 26 |
| 4.3. Pengambilan Data                                                      | 28 |
| 4.3.1. Langkah-langkah Pengambilan Data                                    | 28 |
| 4.4 Analisa Beban Pendinginan                                              | 29 |
| 4.5. Menghitung Daya Input ke Portable Cooling Box                         | 34 |
| 4.6. Perancangan Battery                                                   | 35 |
| 4.7. Perancangan Solar Panel                                               | 35 |
| 4.8. Pemanfaatan Perangkat Lunak CTYSoft Psychometric Calculator           | 36 |
| <b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>                               |    |
| 5.1. Hasil Rancang Bangun Portable Cooling Box                             | 37 |
| 5.2. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam ruangan | 38 |
| 5.2.1. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam       | 38 |

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak dua kaleng                                                                          |    |
| 5.2.2. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak empat kaleng   | 42 |
| 5.2.3. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak enam kaleng    | 46 |
| 5.2.4. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak delapan kaleng | 49 |
| 5.3. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di luar ruangan                                                               | 53 |
| 5.3.1. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di luar ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak dua kaleng      | 53 |
| 5.3.2. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di luar ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak empat kaleng    | 56 |
| 5.3.3. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di dalam ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak enam kaleng    | 60 |
| 5.3.4. Hasil penelitian untuk pengujian kinerja cooling box di luar ruangan dengan beban yang akan didinginkan sebanyak delapan kaleng  | 63 |
| 5.4. Menghitung COP dari TEC berdasarkan data dari penelitian                                                                           | 66 |
| 5.5. Menghitung efisiensi dari solar cell berdasarkan data dari penelitian                                                              | 69 |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                                                                                      |    |
| 6.1. Kesimpulan                                                                                                                         | 72 |
| 6.2. Saran                                                                                                                              | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                                                          | 75 |

## DAFTAR GAMBAR

|                    |                                             |    |
|--------------------|---------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b>  | Thermoelectric cooler                       | 5  |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Thermoelectric module                       | 6  |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Thermoelectric Multistage                   | 9  |
| <b>Gambar 3.2</b>  | Penjelasan parameter thermal                | 11 |
| <b>Gambar 3.3</b>  | Skema dinding berlapis                      | 13 |
| <b>Gambar 3.4</b>  | Analogi listrik                             | 13 |
| <b>Gambar 3.5</b>  | Ilustrasi semikonduktor                     | 15 |
| <b>Gambar 3.6</b>  | Instalasi PLTS rumahan                      | 16 |
| <b>Gambar 3.7</b>  | Pyranometer                                 | 17 |
| <b>Gambar 4.1</b>  | TEC 1-12706                                 | 20 |
| <b>Gambar 4.2</b>  | Coolbox                                     | 20 |
| <b>Gambar 4.3</b>  | Kipas angin DC 12 V                         | 20 |
| <b>Gambar 4.4</b>  | Battery                                     | 21 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Solar Charge Controller                     | 22 |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Eko Radiation Digital Integration           | 22 |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Voltmeter analog 30 V                       | 22 |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Amperemeter analog 5 A                      | 23 |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Amperemeter analog 30 A                     | 23 |
| <b>Gambar 4.10</b> | Thermometer kelembaban                      | 23 |
| <b>Gambar 4.11</b> | Diagram alir penelitian                     | 24 |
| <b>Gambar 4.12</b> | Skema instalasi modul TEC air to air system | 25 |

|                    |                                                        |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.13</b> | Rangkaian TEC multistage                               | 26 |
| <b>Gambar 4.14</b> | Skema instalasi pengujian                              | 27 |
| <b>Gambar 4.15</b> | Dimensi coolingbox                                     | 29 |
| <b>Gambar 4.16</b> | Skema perpindahan kalor di coolingbox                  | 30 |
| <b>Gambar 4.17</b> | Skema bahan penyusun dinding Coolingbox                | 32 |
| <b>Gambar 4.18</b> | Analogi listrik bahan penyusun dinding Coolingbox      | 33 |
| <b>Gambar 4.19</b> | CTYSoft Psychometric Chart                             | 36 |
| <b>Gambar 5.1</b>  | Portable Cooling Box saat ditutup                      | 37 |
| <b>Gambar 5.2</b>  | Portable Cooling Box saat dibuka                       | 37 |
| <b>Gambar 5.3</b>  | Grafik TH terhadap Waktu                               | 38 |
| <b>Gambar 5.4</b>  | Grafik TC terhadap Waktu                               | 39 |
| <b>Gambar 5.5</b>  | Grafik TH terhadap Waktu                               | 40 |
| <b>Gambar 5.6</b>  | Grafik TC terhadap Waktu                               | 41 |
| <b>Gambar 5.7</b>  | Grafik TH dan TC untuk beban 2 kaleng di dalam ruangan | 42 |
| <b>Gambar 5.8</b>  | Grafik TH terhadap waktu                               | 42 |
| <b>Gambar 5.9</b>  | Grafik TC terhadap waktu                               | 43 |
| <b>Gambar 5.10</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 44 |
| <b>Gambar 5.11</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 44 |
| <b>Gambar 5.12</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 4 kaleng di dalam ruangan | 45 |
| <b>Gambar 5.13</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 46 |
| <b>Gambar 5.14</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 46 |
| <b>Gambar 5.15</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 47 |

|                    |                                                        |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 5.16</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 48 |
| <b>Gambar 5.17</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 6 kaleng di dalam ruangan | 49 |
| <b>Gambar 5.18</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 49 |
| <b>Gambar 5.19</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 50 |
| <b>Gambar 5.20</b> | Grafik $T_H$ terhadap waktu                            | 51 |
| <b>Gambar 5.21</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 51 |
| <b>Gambar 5.22</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 8 kaleng di dalam ruangan | 52 |
| <b>Gambar 5.23</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 53 |
| <b>Gambar 5.24</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 53 |
| <b>Gambar 5.25</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 54 |
| <b>Gambar 5.26</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 55 |
| <b>Gambar 5.27</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 2 kaleng di luar ruangan  | 56 |
| <b>Gambar 5.28</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 56 |
| <b>Gambar 5.29</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 57 |
| <b>Gambar 5.30</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 58 |
| <b>Gambar 5.31</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 58 |
| <b>Gambar 5.32</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 4 kaleng di luar ruangan  | 59 |
| <b>Gambar 5.33</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 60 |
| <b>Gambar 5.34</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 60 |
| <b>Gambar 5.35</b> | Grafik TH terhadap waktu                               | 61 |
| <b>Gambar 5.36</b> | Grafik TC terhadap waktu                               | 62 |
| <b>Gambar 5.37</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 6 kaleng di luar ruangan  | 63 |



|                    |                                                       |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 5.38</b> | Grafik TH terhadap waktu                              | 63 |
| <b>Gambar 5.39</b> | Grafik TC terhadap waktu                              | 64 |
| <b>Gambar 5.40</b> | Grafik TH terhadap waktu                              | 65 |
| <b>Gambar 5.41</b> | Grafik TC terhadap waktu                              | 65 |
| <b>Gambar 5.42</b> | Grafik TH dan TC untuk beban 8 kaleng di luar ruangan | 66 |

## DAFTAR TABEL

|           |                                                                                                                                                 |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 | Jenis lapisan beserta ketebalan dan nilai konduktivitas dinding yang menyusun coolingbox                                                        | 32 |
| Tabel 5.1 | Tabel ini menunjukkan COP terhadap daya listrik yang masuk ke cooling box dari masing-masing variasi penelitian untuk beban maksimum (8 kaleng) | 69 |
| Tabel 5.2 | Tabel ini menunjukkan efisiensi solar cell dari masing-masing variasi penelitian untuk beban maksimum (8 kaleng)                                | 71 |
| Tabel L.1 | Tabel penelitian 1, 17 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 76 |
| Tabel L.2 | Tabel penelitian 2, 18 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 77 |
| Tabel L.3 | Tabel penelitian 3, 19 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 78 |
| Tabel L.4 | Tabel penelitian 4, 20 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 79 |
| Tabel L.5 | Tabel penelitian 5, 23 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 80 |
| Tabel L.6 | Tabel penelitian 6, 24 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 81 |
| Tabel L.7 | Tabel penelitian 7, 25 November 2009, 09:30 WIB, menggunakan 2 panel                                                                            | 82 |

|            |                                                                          |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel L.8  | Tabel penelitian 8, 26 November 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 83 |
| Tabel L.9  | Tabel penelitian 9, 27 November 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 84 |
| Tabel L.10 | Tabel penelitian 10, 30 November 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel | 85 |
| Tabel L.11 | Tabel penelitian 11, 1 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 86 |
| Tabel L.12 | Tabel penelitian 12, 2 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 87 |
| Tabel L.13 | Tabel penelitian 13, 3 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 88 |
| Tabel L.14 | Tabel penelitian 14, 4 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 89 |
| Tabel L.15 | Tabel penelitian 15, 7 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 90 |
| Tabel L.16 | Tabel penelitian 16, 8 Desember 2009, 09:30 WIB,<br>menggunakan 2 panel  | 91 |