

## RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENCEGAH LUKA KULIT AKIBAT PENINGKATAN SUHU PADA PASIEN TIRAH BARING

### DESIGN OF TOOL FOR SKIN INJURY PREVENTION CAUSED BY INCREASED TEMPERATURE IN BED REST PATIENTS

Muhammad Danung Putra Wiyadhi<sup>1</sup>, Christian Halomoan Siregar<sup>2</sup>, Ardila Sindianti<sup>3</sup>, Willy Anugrah Cahyadi<sup>4</sup>, Husneni Mukhtar<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[danung@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:danung@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[christiansiregar@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:christiansiregar@student.telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[ardilasindianti@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:ardilasindianti@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>4</sup>[waczze@telkomuniversity.ac.id](mailto:waczze@telkomuniversity.ac.id),

<sup>5</sup>[husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id](mailto:husnenimukhtar@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Tirah baring merupakan suatu keadaan yang mengharuskan pasien beristirahat di tempat tidur, tidak bergerak secara aktif. Hal ini dikarenakan adanya penyakit/gangguan pada alat atau organ tubuh yang bersifat fisik atau mental dalam jangka waktu yang lama. Keadaan ini memberikan dampak negatif seperti adanya peningkatan suhu pada daerah yang bersentuhan langsung dengan alas tidur. Peningkatan suhu antara tubuh pasien dengan alas tidur dapat menyebabkan kulit pasien menjadi lebih merah, terjadinya pembengkakan, dan kulit lebih mudah terkelupas sehingga rentan terjadi infeksi. Penggunaan alas tidur biasa pada pasien tirah baring dapat menimbulkan dampak yang lebih buruk seperti terjadinya luka dekubitus. Luka dekubitus merupakan kerusakan jaringan, kerusakan struktur anatomis, dan fungsi kulit normal akibat tirah baring dalam waktu yang lama tanpa ada perubahan posisi tidur secara berkala. Untuk mengatasi masalah tersebut, direalisasikan suatu alat bantu yang dapat memantau dan menurunkan suhu antara tubuh pasien dengan alas tidur. Alat bantu ini bekerja secara otomatis ketika suhu antara tubuh pasien dengan alas tidur terdeteksi  $\geq 33^{\circ}\text{C}$  dan pendinginan akan mati secara otomatis ketika suhu antara tubuh pasien dengan alas tidur turun menjadi  $\leq 30^{\circ}\text{C}$ . Alat yang dirancang dapat mendinginkan permukaan kasur sehingga menurunkan suhu antara tubuh pasien dengan permukaan alas tidur, kenyamanan suhu alas tidur yang digunakan pasien pada iklim tropis yaitu sekitar  $33^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  pada suhu ruangan sekitar  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ .

**Katakunci:** Tirah baring, Dekubitus, Sistem pendingin, Peningkatan suhu, Suhu nyaman, alas tidur

#### Abstract

Bedrest is an enforced condition for the patient to lie on bed. The patient is restricted to limited activities due to disease or disorders of the body's organs that are either physical or mental needing long term recovery. This situation has a negative impact such as an increase in temperature in the back area of the body that is in direct contact with the bedding. An increase in body temperature between the patient's body and the bedding can cause the patient's skin to become redder, to swell, prone to skin peeling, and thus making it more susceptible to infection. The use of common mattress in bed rest patients can potentially have a worse impact, such as the occurrence of decubitus. Decubitus injury is a damaged tissue, anatomical injury, and skin burning due to lying on bed over a long period of time. Therefore, a tool is required to overcome the problem by monitoring and reducing the temperature between the patient's body and the bedding. This proposed tool works by monitoring when the temperature between the patient's body and the mattress is detected  $\geq 33^{\circ}\text{C}$ , the tool will automatically cool the surface of the bed so that it can reduce the temperature between the patient's body and the bed. The targeted comfortable temperature of bedding/mattress used by patients in the tropical climate (such as Indonesia) is around  $33^{\circ}\text{C}$  to  $35^{\circ}\text{C}$  at a room temperature of approximately  $25^{\circ}\text{C}$  to  $27^{\circ}\text{C}$ .

**Keywords:** Bedrest, Decubitus, Cooling system, Temperature increase, Comfortable sleeping mat temperature

## 1. PENDAHULUAN

Dekubitus merupakan penyakit yang seringkali terjadi pada situasi pemulihan perawatan pasien. Penyakit ini terjadi pada pasien yang mengalami tirah baring yang relatif lama serta mengalami gangguan pada kesadaran sehingga tidak dapat merubah posisi tidurnya. Tirah baring yang relatif lama ini dapat menyebabkan adanya luka tekan dan peningkatan suhu pada bagian tubuh yang bersentuhan langsung dengan alas tidur. Dekubitus merupakan kematian atau kerusakan kulit hingga mencapai jaringan di bawah kulit penderita, atau bahkan menembus otot sampai mengenai tulang akibat adanya penekanan pada suatu daerah dalam jangka waktu yang lama sehingga mengakibatkan gangguan sirkulasi darah pada bagian tersebut. Dekubitus merupakan luka akibat posisi pasien yang tidak melakukan perubahan posisi tidur dalam jangka waktu lebih dari 6 jam [1]. Gangguan pada pembuluh darah karena jaringan yang ada pada wilayah tersebut tidak mendapatkan nutrisi dan oksigen sehingga jaringan tersebut sehingga mengalami kematian. Bagian tubuh yang berisiko tinggi terkena dekubitus yaitu otot tulang Belakang (*supraspinatus*), bagian tulang pinggul (*sacrum*), dan tumit (*calcaneus*) [2]. Memberikan kasur anti dekubitus, bantal penyangga, alih baring dapat dilakukan untuk penanganan dekubitus. Cara tersebut diharapkan bisa mengurangi tekanan jaringan lunak dengan permukaan yang padat atau kasur serta mengurangi nekrosis pada lapisan jaringan [3].

Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa Rumah Sakit di Indonesia, pasien yang mengalami dekubitus tirah baring adalah sebesar 15,8% hingga 38,18% [4]. Penelitian yang telah dilakukan di Rumah Sakit Dr. Kariadi Semarang pada 11 responden penderita luka dekubitus, menunjukkan bahwa suhu tubuh responden paling rendah yaitu 36,7°C sedangkan suhu tubuh responden paling tinggi yaitu 37,86°C dengan rata-rata 37,28°C. Selain itu, penderita luka dekubitus memiliki suhu luka tekan yang relatif tinggi sekitar 37,8°C – 40,1°C dengan nilai median 38,0°C [5].

Penanganan agar meminimalisir terjadinya luka dekubitus dengan cara alih baring, yaitu pengaturan posisi tidur pasien dengan tujuan agar mengurangi tekanan dan gaya gesek pada kulit pasien. Alih baring dapat mencegah dekubitus pada daerah tulang yang menonjol yang bertujuan untuk mengurangi tekanan akibat tertahannya pasien pada posisi tidur tertentu yang dapat menyebabkan luka lecet [6]. Contoh alih baring yaitu dengan melakukan posisi lateral inklin 30°, yaitu mengatur posisi tidur untuk mengurangi gaya gesek pada kulit dan tekanan, menjaga bagian kepala pada alas tidur setinggi 30° akan mengurangi resiko terjadinya dekubitus. Posisi tubuh lateral dengan sudut maksimum 30° akan mencegah kulit dari gesekan pada kulit dan robek pada jaringan kulit. Gesekan antara kulit dengan alas tidur akan mengakibatkan rusaknya permukaan epidermis kulit, sedangkan robek pada jaringan akan mengakibatkan oklusi dari pembuluh darah, serta kerusakan pada jaringan bagian dalam seperti otot [7]. Pada sebuah penelitian yang dilakukan pada 17 responden, dengan posisi miring 30° kearah yang mengalami *hemiplegic* (kelumpuhan) selama 1 jam, posisi terlentang 2 jam dan miring 30° kearah yang sehat 2 jam. Didapatkan hasil bahwa posisi miring 30° mampu mencegah terjadinya luka tekan. Hasil uji statistik juga diperoleh nilai  $p = 0.039$  yang disimpulkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara pengaturan posisi dengan kejadian luka tekan. Diperoleh pula nilai Odds Ratio (OR) = 9.600, yang berarti responden yang tidak diberikan perlakuan posisi miring 30° mempunyai peluang sebanyak 9.6 kali untuk terjadi luka tekan dibanding dengan responden yang diberi perlakuan posisi miring 30° [3].

Kasur angin merupakan salah satu media yang sering digunakan dalam penanganan luka dekubitus. Kelebihan dari kasur angin pada penelitian yang dilakukan pada 14 pasien stroke di RSUD Sulthan Daeng Radja, Bulukumba, menunjukkan bahwa setelah penggunaan kasur anti dekubitus selama 10 hari didapatkan pengaruh yang signifikan. Hasil uji *fisher exact test* didapatkan nilai  $p = 0.041$  ( $<\alpha = 0.05$ ) yang berarti terdapat hubungan antara penggunaan matras anti dekubitus dengan integritas kulit pada pasien stroke [8]. Sedangkan kekurangan dari kasur

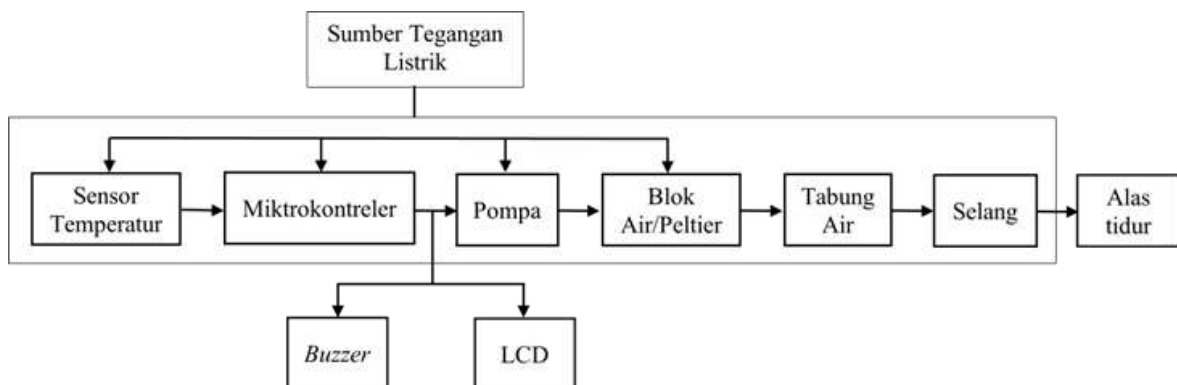
angin dekubitus yaitu rentan pecah karena desain kasur tersebut yang berisi angin. Selain itu, penggunaan kasur angin di Rumah Sakit Ulin, Banjarmasin, masih terbilang sedikit [9]. Mengingat fungsi kasur angin ini yang dapat mengurangi tekanan pada pasien penderita luka dekubitus.

Berdasarkan penelitian yang telah ada sebelumnya, untuk mengembangkan alat bantu pencegah dekubitus, dan menambah pilihan alternatif pencegahan terhadap luka dekubitus, maka rancangan alat bantu anti dekubitus diajukan. Alat ini memanfaatkan media cairan mengalir dan *thermoelectric cooling (peltier)* untuk mendinginkan cairannya. Alat ini dirancang berbentuk alas tidur yang dirancang khusus memiliki saluran cairan yang disirkulasi melalui blok yang menempel pada peltier sebagai pendingin cairan. Fungsi alat ini adalah memantau dan menurunkan suhu antara pasien dengan alas tidurnya secara otomatis sehingga sirkulasi udara pada area tersebut lancar dan memiliki suhu nyaman bagi pasien. Sebuah studi mengemukakan bahwa suhu permukaan tempat tidur yang nyaman adalah sekitar  $33^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  pada suhu ruangan sekitar  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  [10]. Alat bantu yang dirancang menggunakan cairan ini dapat menggunakan air sebagai medianya. Pendistribusian air dilakukan hanya pada bagian tubuh pasien yang terjadi kenaikan suhu saja. Alat ini dilengkapi dengan LCD yang berfungsi untuk memantau tiga titik suhu tubuh secara *real time* antara tubuh pasien dengan alas tidurnya.

## 2. METODOLOGI PERANCANGAN

### 2.1 Proses Perancangan Alat

Sistem yang dirancang tersusun dari beberapa sub-sistem yang saling berkaitan. Diagram blok dari sistem secara keseluruhan diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Rancangan

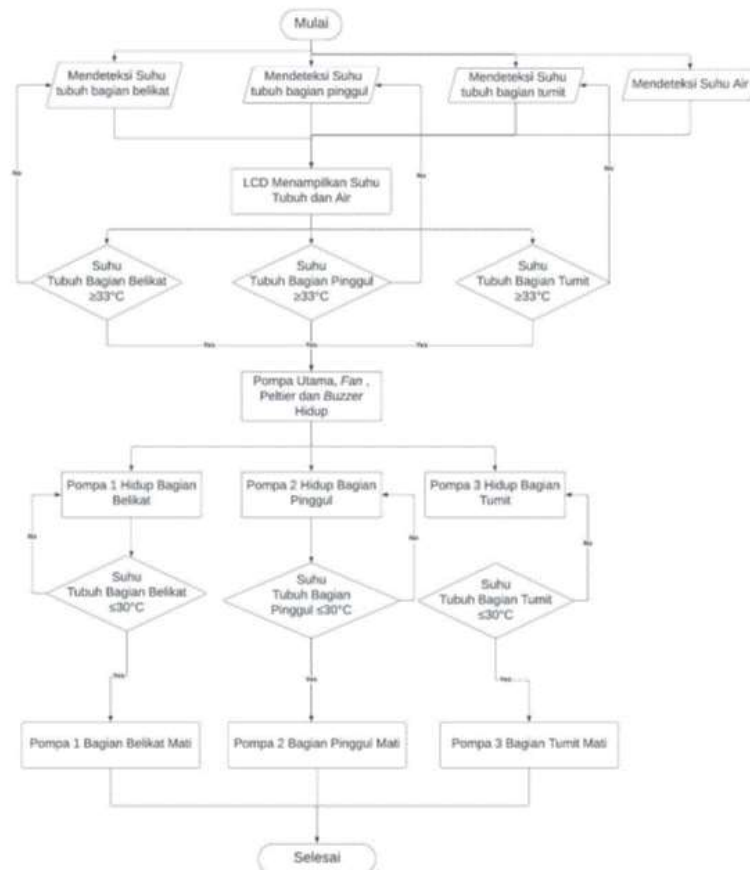
Berdasarkan diagram pada Gambar 1, Input berupa suhu tubuh antara pasien dengan alas tidur. Alat ini mulai bertindak ketika suhu tubuh antara pasien dengan alas tidur  $\geq 33^{\circ}\text{C}$ . Alat ini akan memunculkan notifikasi dan mendistribusikan cairan pada alas tidur sehingga akan terjadinya penurunan suhu pada permukaan alas tidur. Suhu  $\geq 33^{\circ}\text{C}$  digunakan sebagai ambang batas alas tidur dikarenakan mengacu pada kenyamanan alas tidur yang berkisar antara  $33^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$  pada suhu ruangan  $25^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ [10]. Gambar 3 mengilustrasikan diagram alir dari perangkat lunak alat yang dirancang.

Pada penelitian sebelumnya, terdapat kasur angin sebagai sistem pencegah dekubitus yang. Kasur angin memiliki kelebihan yaitu terbukti dapat mengurangi luka tekan pada penderita dekubitus. Akan tetapi kasur angin memiliki kekurangan yaitu rentan pecah karena kasur ini berisi angin. Selain itu, terdapat alat pencegah dekubitus yang menggunakan media air. Kelebihan alat ini yaitu lebih cepat dingin, terdapat fitur pengaturan suhu air, dan alat ini

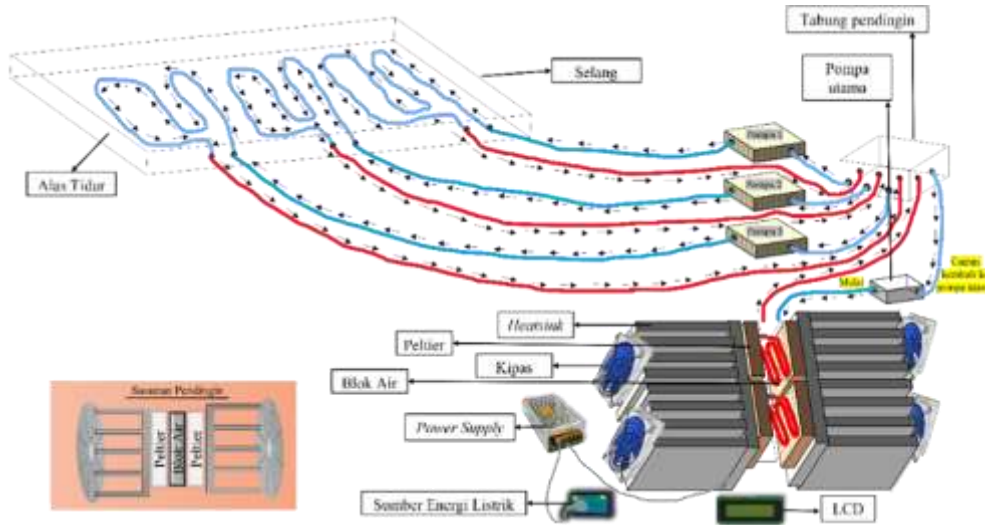
portable. Sedangkan kekurangan alat ini yaitu masih susah ditemukan di pasaran Indonesia, harga alat ini tergolong mahal, dan tekstur kasur rentan bocor [9]. Dari kedua jenis kasur mencegah dekubitus yang sudah terdapat di pasaran, keduanya belum memiliki fitur pendeteksi dan monitoring suhu. Selain itu, kedua kasur tersebut belum memiliki fitur untuk mengatur proses pendistribusian pendingin ke titik tubuh yang hanya membutuhkan penurunan suhu.

Pada penelitian ini, alat yang dirancang memanfaatkan efek pendingin peltier untuk mendinginkan suhu cairan sebelum didistribusikan pada alas tidur. Pada penelitian sebelumnya, peltier digunakan sebagai sistem pendingin untuk *medicine cooler box* dengan kondisi *cooler box* menggunakan radiator. Sistem ini mampu mencapai temperatur kerja  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . sampai  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  [11]. Selain itu, pemanfaatan peltier digunakan pada penelitian tentang kotak pendingin yang memanfaatkan efek dingin dari peltier [12] dan penelitian tentang peltier yang mendinginkan air sebanyak 1 liter yang mengalir pada blok air dengan tujuan mendinginkan minuman kaleng [13]

Sistem ini terdiri dari alas tidur yang terbuat dari bahan busa *rebonded* yang didesain berlubang sesuai dengan pola untuk diimplementasikan selang di atasnya dan kemudian terhubung dengan peltier yang sudah diintegrasikan dengan *heatsink* serta kipas. Desain alas tidur dibuat menjadi 3 bagian sesuai dengan titik-titik tubuh yang sering terjadi peningkatan suhu seperti belikat, pinggul, dan tumit. Untuk mendeteksi adanya peningkatan suhu pada titik-titik tersebut, peneliti menggunakan sensor suhu DS18B20 sebanyak tiga buah. Cara kerja dari sistem ini yaitu ketika salah satu sensor suhu mendeteksi adanya peningkatan suhu  $\geq 33^{\circ}\text{C}$  maka sistem secara otomatis akan berjalan. Pompa utama yang digunakan akan menyala dan pompa distribusi akan menyala juga sesuai dengan titik yang terjadi peningkatan suhu. Peltier yang aktif akan mendinginkan cairan yang masuk ke tabung pendingin sebelum didistribusikan ke permukaan alas tidur. Gambar 3 mengilustrasikan desain sistem dari sistem yang dirancang.



Gambar 2. Diagram Alir Cara Kerja Alat Bantu Anti Dekubitus



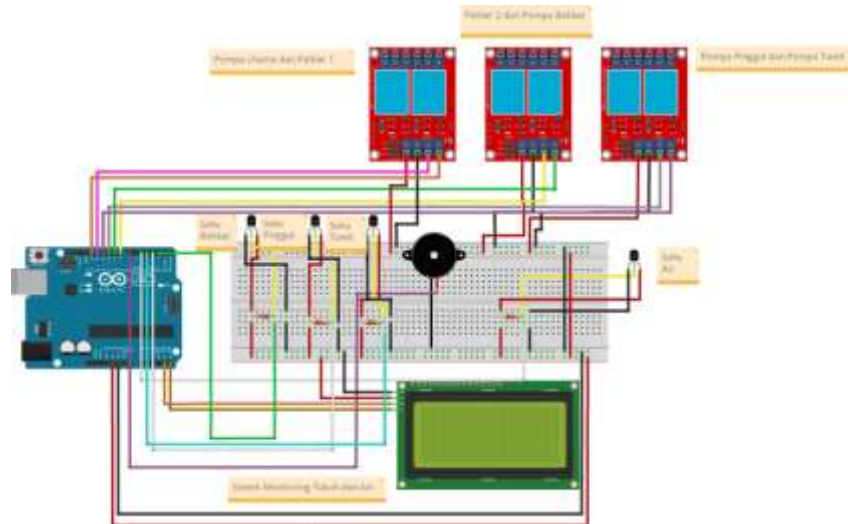
Gambar 3. Desain Sistem Keseluruhan

## 2.2 Sistem Monitoring

Monitoring pada sistem yang dirancang bermaksud untuk mengetahui suhu terkini antara tubuh pasien dengan alas tidur, seperti diilustrasikan Gambar 4 dengan konfigurasi pin pada Tabel 1. Adanya sistem monitoring ini berfungsi untuk memantau atau memonitoring setiap kenaikan suhu pasien dan penurunan suhu pasien. Pada penelitian ini, sistem monitoring berupa LCD 20×4 yang terintegrasi dengan *buzzer*. LCD ini berfungsi untuk memunculkan empat suhu yang terdeteksi oleh keempat sensor yang meliputi suhu atas (belikat), suhu tengah (pinggul), dan suhu bawah (tumit). Sedangkan *buzzer* berfungsi sebagai tanda bahwa sensor suhu mendeteksi adanya kenaikan suhu pada titik-titik tersebut.

Tabel 1. Konfigurasi Pin Digital dan Analog

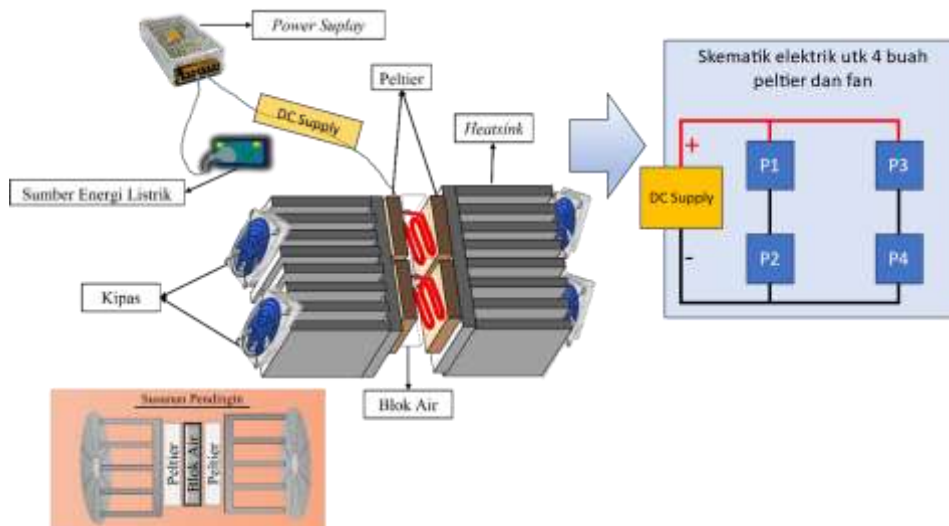
Jenis Port	Nomor Port	Terhubung Dengan
Digital	2	Sensor Suhu belikat
Digital	3	Sensor Suhu pinggul
Digital	4	Sensor Suhu tumit
Digital	5	Sensor Suhu air
Digital	7	<i>Buzzer</i>
Digital	8	Relay Pompa utama
Digital	9	Relay Peltier 1
Digital	10	Relay Peltier 2
Digital	11	Relay Pompa belikat
Digital	12	Relay Pompa pinggul
Digital	13	Relay Pompa tumit
Analog	A5	SCL
Analog	A4	SDA



Gambar 4. Sistem Monitoring

### 2.3 Desain Pendingin

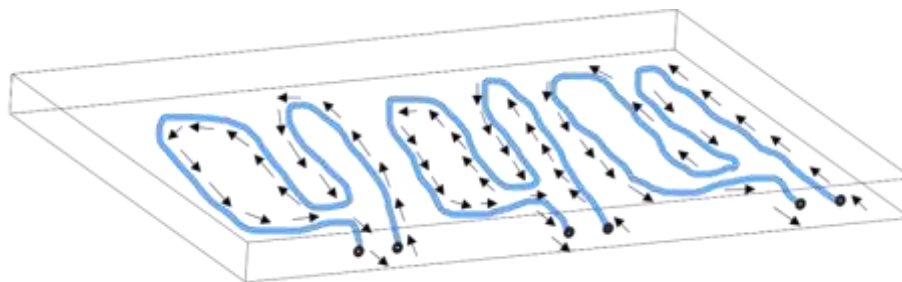
Perangkat pendingin yang dirancang tersusun atas beberapa komponen seperti peltier, *heatsink*, blok air, dan kipas yang keseluruhannya diilustrasikan Gambar 5. Pasangan peltier dan fan sebagai kesatuan, yaitu P1, P2, P3, dan P4, disusun secara seri (P1 seri dengan P2; P3 seri dengan P4) kemudian mereka diparalelkan seperti pada ilustrasi skematik pada Gambar 5. Posisi peltier sisi dingin mengapit blok air kemudian *heatsink* akan mengapit peltier dan blok air. Di sisi luar *heatsink* akan di pasang kipas sebanyak 4 buah.



Gambar 5. Ilustrasi Rancangan Perangkat Pendingin

### 2.4 Desain Alas Tidur

Gambar 6 mengilustrasikan rancangan alas tidur dari alat bantu ini, berikut peletakan selang yang diimplementasikan dalam alas tidur.



Gambar 6. Desain Alas Tidur

Alas tidur tersebut dirancang berlubang sesuai dengan ukuran selang. Alas tidur ini dibentuk menjadi 3 zona sesuai dengan titik-titik pada badan manusia yang rentan terkena luka dekubitus, yaitu zona belikat, pinggul, dan tumit, dengan ukuran ditunjukkan pada Tabel 2. Alas tidur terbuat dari bahan busa *rebonded* berukuran 180 cm × 80 cm × 2 cm (tinggi × lebar × tebal).

Tabel 2. Letak dan Ukuran Tiga Bagian Alas Tidur

Zona Tubuh	Posisi Zona Diukur dari Bagian Paling Atas
Belikat	35 cm
Pinggul	90 cm
Tumit	155 cm

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Suhu Tubuh

Tabel 3 berikut menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui suhu tubuh responden pada 3 titik/zona yang rentan terhadap dekubitus, terjadi luka akibat tekanan dan kenaikan suhu, yaitu bagian belikat, pinggul, dan tumit.

Tabel 3. Pengujian Suhu Tubuh

Waktu (menit)	Suhu pada sensor belikat (°C)	Suhu pada sensor pinggul (°C)	Suhu pada sensor tumit (°C)
0	30,37	30,44	28,62
2	30,37	31,31	28,75
4	31,12	31,69	28,87
6	31,44	33,56	29,37
8	31,81	33,75	29,44
10	31,94	34,00	30,62
12	32,13	34,19	30,81
14	32,25	34,31	31,44
16	32,44	34,44	32,19
18	32,56	34,50	31,37
20	32,69	34,63	30,69
22	32,81	34,75	30,87
24	32,94	34,88	30,87
26	33,00	34,94	30,12
28	33,06	35,00	30,56
30	33,19	35,00	30,62
Rata-rata	32,133	33,837	30,326



Gambar 7. Tampilan LCD Pengujian Suhu Tubuh dan Suhu Air

Berdasarkan hasil pengujian terhadap ketiga titik responden, dapat disimpulkan bahwa suhu pada bagian yang bersentuhan langsung dengan alas tidur seiring berjalannya waktu akan naik karena ditempati oleh responden. Semakin lama responden tidur di atas alas tidur maka suhu antara alas tidur juga akan semakin tinggi, Pada pengujian tersebut terjadi penurunan dan peningkatan suhu yang tidak stabil karena posisi tubuh responden yang berubah posisi.

### 3.2 Pengujian Suhu Air

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian terhadap suhu air selama 20 menit untuk mengetahui kedinginan air sebelum didistribusikan.

Tabel 4. Pengujian Suhu Tubuh

Waktu (menit)	Suhu air yang terdeteksi oleh sensor suhu (°C)	Suhu air yang terdeteksi oleh thermometer digital (°C)	Selisih
0	25,75	25,30	0,45
1	25,20	25,31	0,11
2	24,50	24,40	0,10
3	23,94	24,10	0,16
4	23,56	23,50	0,06
5	23,19	23,10	0,09
6	23,00	22,80	0,20
7	22,75	22,60	0,15
8	22,81	22,70	0,11
9	23,25	22,80	0,55
10	24,60	23,20	1,40
11	23,37	23,50	0,13
12	22,81	23,10	0,29
13	22,69	23,60	0,91
14	21,69	22,00	0,31
15	21,37	21,50	0,13
16	21,00	21,20	0,20
17	20,94	20,90	0,04
18	20,75	20,70	0,05



Waktu (menit)	Suhu air yang terdeteksi oleh sensor suhu (°C)	Suhu air yang terdeteksi oleh thermometer digital (°C)	Selisih
19	20,37	20,40	0,03
20	19,94	20,00	0,06
Rata-rata	22,737	22,70	
SD	1,603	1,502	
Ketelitian	92,950	93,384	

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel, didapatkan tingkat ketelitian pengujian pada sensor yang digunakan 92,950 dengan error yang dihasilkan yaitu 0,16%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu yang digunakan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

### 3.3 Pengujian Respon Pompa

Pengujian pompa dilakukan untuk mengetahui kesesuaian respon pompa dengan sensor suhu yang terhubung. Pompa distribusi akan menyala ketika salah satu atau semua sensor suhu mendeteksi adanya peningkatan suhu  $\geq 33^{\circ}\text{C}$ . Pompa akan menyala sesuai dengan sensor suhu yang mendeteksi kenaikan suhu. Pompa atas (belikat) akan menyala ketika sensor suhu bagian atas (belikat) mendeteksi kenaikan suhu dan begitu juga yang lainnya. Rangkaian hasil pengujian terhadap respon pompa yang telah dilakukan diilustrasikan menggunakan *pseudo code*.

- Program Pengujian Respon Pompa

```

Start
  Read suhu_belikat
  Read suhu_pinggul
  Read suhu_tumit

  if suhu belikat >= 33 then
    TurnOn_relaypumpbelikat
  end if

  if suhu belikat <= 30 then
    TurnOff_relaypumpbelikat
  end if

  if suhu pinggul >=33 then
    TurnOn_relaypumppinggul
  end if

  if suhu pinggul <=30 then
    TurnOff_relaypumppinggul
  end if

  if suhu tumit >=33 then
    TurnOn_relaypumptumit
  end if
    
```

```

if suhu tumit <=30 then
TurnOff_relaypumptumit
end if
    
```

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa respon pompa distribusi sudah sesuai dengan ketentuan. Ketika indikator lampu relay menyala menandakan kondisi HIGH, dan jika kondisi lampu mati menandakan kondisi LOW.



Gambar 8. Kondisi Semua Relay Mati

### 3.4 Pengujian Performa Peltier

Pengujian dilakukan dengan menggunakan peltier yang dihubungkan dengan blok air, heatsink, dan kipas dengan tujuan untuk mengetahui suhu terendah dari peltier. Pengujian dilakukan selama 20 menit dan hasilnya ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Peltier 1 & 2

Waktu	Suhu Peltier 1 (°C)	Suhu Peltier 2
Menit ke-0	28,4	28,6
Menit ke-20	0,0	-13,5

Pengujian pendistribusian cairan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui proses pendistribusian berjalan atau terhambat. Berikut hasil pengujian pendistribusian air pada alas tidur:

Tabel 4. Pengujian Suhu Tubuh

Responden	Berat badan (kg)	Proses pendistribusian
1	47,9	Berjalan
2	60	Berjalan
3	66	Berjalan

Responden	Berat badan (kg)	Proses pendistribusian
4	70	Berjalan
5	72	Berjalan
6	78	Berjalan
7	103,8	Berjalan
8	159,4	Berjalan namun sedikit terhambat
9	180,3	Tidak berjalan lancar

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6 didapatkan data bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja secara optimal ketika beban kurang dari 159,4 kg. Berdasarkan pengujian dua pendingin pada blok air selama 20 menit pada Tabel 6. didapatkan data bahwa dua pendingin blok air menghasilkan suhu akhir yang berbeda. Suhu pendingin blok air pertama mencapai suhu -13,5°C sedangkan pendingin blok air kedua mencapai suhu 0,0°C. Hal tersebut disebabkan oleh proses pemecahan kalor panas oleh *heatsink* dan kipas yang kurang merata.



Gambar 9. Pengujian Peltier Menggunakan Termometer Digital

### 3.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian pada responden dilakukan pada suhu ruangan 27,8°C dengan suhu badan responden adalah 36,2°C. Tabel 7 adalah hasil pengujian suhu pada zona atas (belikat). Data suhu dan notifikasi diambil per-dua menit selama 50 menit pengujian.

Tabel 7. Pengujian Suhu Belikat

Waktu (menit)	Suhu Atas (Belikat °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
0	27,06	25,51	Mati	Sistem mati
2	31,69	25,37	Mati	Sistem mati
4	32,50	24,56	Mati	Sistem mati
6	33,13	23,62	Bunyi	Menit ke-05,39 (Sistem menyala)
8	33,38	23,37	Bunyi	Sistem berjalan
10	33,38	23,00	Bunyi	Sistem berjalan
12	33,44	22,56	Bunyi	Sistem berjalan
14	33,06	22,37	Bunyi	Sistem berjalan
16	32,81	23,25	Mati	Menit ke-14,08 (Sistem mati)

Waktu (menit)	Suhu Atas (Belikat °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
18	33,06	22,94	Bunyi	Menit ke-18.01 (Sistem menyala)
20	33,25	23,00	Bunyi	Sistem berjalan
22	33,44	22,81	Bunyi	Sistem berjalan
24	33,63	22,44	Bunyi	Sistem berjalan
26	33,44	22,19	Bunyi	Sistem berjalan
28	32,94	21,81	Mati	Menit ke-27,10 (Sistem mati)
30	33,13	21,62	Bunyi	Menit ke-29,13(Sistem menyala)
32	33,38	21,44	Bunyi	Sistem berjalan
34	33,44	21,37	Bunyi	Sistem berjalan
36	33,31	21,31	Bunyi	Sistem berjalan
38	33,38	20,56	Bunyi	Sistem berjalan
40	33,44	19,87	Bunyi	Sistem berjalan
42	33,25	19,25	Bunyi	Sistem berjalan
44	32,69	21,25	Mati	Menit ke-43,00 (Sistem mati)
46	32,94	21,31	Bunyi	Menit ke-45,38 (Sistem menyala)
48	32,06	21,12	Mati	Menit ke-46,20 (Sistem mati)
50	31,56	21,31	Mati	Sistem mati

Tabel 8 menunjukkan hasil pengujian suhu pada zona tengah (pinggul). Data suhu dan notifikasi diambil per-dua menit selama 50 menit pengujian.

Tabel 8. Pengujian Suhu Pinggul

Waktu (menit)	Suhu Tengah (Pinggul °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
0	28,81	25,51	Mati	Sistem mati
2	32,88	25,37	Mati	Sistem mati
4	33,38	24,56	Bunyi	Menit ke-02.15 (Sistem menyala)
6	33,44	23,62	Bunyi	Sistem berjalan
8	33,38	23,37	Bunyi	Sistem berjalan
10	32,94	23,00	Mati	Menit ke-09.54 (Sistem mati)
12	33,25	22,56	Bunyi	Menit ke-11.03 (Sistem menyala)
14	33,50	22,37	Bunyi	Sistem Berjalan
16	33,44	23,25	Bunyi	Sistem Berjalan
18	33,63	22,94	Bunyi	Sistem Berjalan
20	33,75	23,00	Bunyi	Sistem Berjalan
22	33,81	22,81	Bunyi	Sistem Berjalan
24	33,81	22,44	Bunyi	Sistem Berjalan
26	33,63	22,19	Bunyi	Sistem Berjalan

Waktu (menit)	Suhu Tengah (Pinggul °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
28	33,69	21,81	Bunyi	Sistem Berjalan
30	33,75	21,62	Bunyi	Sistem Berjalan
32	33,75	21,44	Bunyi	Sistem Berjalan
34	33,44	21,37	Bunyi	Sistem Berjalan
36	33,44	21,31	Bunyi	Sistem Berjalan
38	31,81	20,56	Mati	Menit ke-36.23 (Sistem mati)
40	32,88	19,87	Mati	Sistem mati
42	33,38	19,25	Bunyi	Menit ke-41.35 (Sistem menyala)
44	33,13	21,25	Bunyi	Sistem Berjalan
46	32,50	21,31	Mati	Menit ke-45.36 (Sistem mati)
48	32,38	21,12	Mati	Sistem mati
50	32,56	21,31	Mati	Sistem mati

Tabel 9 menunjukkan pengujian suhu pada zona bawah (tumit). Data suhu dan notifikasi diambil per-dua menit selama 50 menit pengujian.

Tabel 9. Pengujian Suhu Tumit

Waktu (menit)	Suhu Bawah (Tumit °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
0	28,49	25,51	Mati	Sistem mati
2	31,69	25,37	Mati	Sistem mati
4	32,00	24,56	Mati	Sistem mati
6	32,13	23,62	Mati	Sistem mati
8	32,25	23,37	Mati	Sistem mati
10	32,31	23,00	Mati	Sistem mati
12	32,63	22,56	Mati	Sistem mati
14	32,75	22,37	Mati	Sistem mati
16	33,81	23,25	Bunyi	Menit ke-33.50 (Sistem menyala)
18	33,88	22,94	Bunyi	Sistem Berjalan
20	33,88	23,00	Bunyi	Sistem Berjalan
22	32,81	22,81	Mati	Menit ke-21.00 (Sistem mati)
24	32,44	22,44	Mati	Sistem mati
26	32,25	22,19	Mati	Sistem mati
28	31,37	21,81	Mati	Sistem mati
30	31,25	21,62	Mati	Sistem mati
32	31,12	21,44	Mati	Sistem mati
34	31,19	21,37	Mati	Sistem mati
36	31,06	21,31	Mati	Sistem mati
38	31,08	20,56	Mati	Sistem mati
40	31,87	19,87	Mati	Sistem mati
42	32,25	19,25	Mati	Sistem mati
44	31,81	21,25	Mati	Sistem mati

Waktu (menit)	Suhu Bawah (Tumit °C)	Suhu Air (°C)	Notifikasi	Keterangan
46	31,56	21,31	Mati	Sistem mati
48	32,31	21,12	Mati	Sistem mati
50	32,19	21,31	Mati	Sistem mati

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan pada responden, didapatkan hasil bahwa suhu yang dihasilkan oleh setiap titik akan berbeda-beda. Hal tersebut bergantung pada kepekaan suhu setiap bagian. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dirancang dapat menurunkan suhu yang terdeteksi tinggi meskipun pada awalnya terjadi kenaikan. Penurunan suhu terjadi secara perlahan seiring dengan proses pendinginan pada alas tidur. Selain itu, desain dari alas tidur juga dapat mempengaruhi peningkatan suhu. Alas tidur yang digunakan terbuat dari bahan busa rebonded bertekstur padat yang dapat mencegah adanya luka tekan pada tubuh. Namun, tekstur yang dimiliki oleh alas tidur ini juga dapat menyebabkan kurang lancarnya sirkulasi udara pada bagian yang bersentuhan langsung dengan alas tidur sehingga panas yang dihasilkan dapat terperangkap diantara tubuh dengan alas tidur dan suhu antara tubuh dengan alas tidur akan tetap tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian, suhu yang terdeteksi ketika sistem sudah berjalan yaitu masih tinggi dan beberapa kali terjadi peningkatan suhu walaupun pendistribusian cairan dingin sedang berjalan. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh penggunaan dan desain alas tidur dengan bahan busa rebonded yang padat. Alas tidur ini didesain berpola dengan selang di atasnya sehingga terlihat padat dan minim celah udara yang dapat keluar masuk. Selain itu, alas tidur ini juga dilapisi dengan sprei yang dapat mempengaruhi adanya panas yang terperangkap di dalam kasur ini, meskipun bahan sprei yang digunakan dari bahan katun yang mudah menyerap keringat dan panas.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi suhu yang dihasilkan oleh responden yaitu suhu ruangan ketika dilakukan pengujian. Semakin tinggi suhu ruangan ketika dilakukannya pengujian maka suhu yang dihasilkan oleh responden juga akan tinggi meskipun sudah menggunakan sistem pencegah dekubitus yang telah dirancang.



Gambar 10. Implementasi Alat Secara Keseluruhan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan selama 50 menit dapat disimpulkan bahwa sistem yang telah dirancang berhasil untuk melakukan penurunan suhu antara tubuh dengan alas tidur. Penurunan suhu paling cepat sekitar 7 menit dan paling lama 25 menit setelah dilakukannya pendistribusian cairan pada alas tidur. Selain itu, suhu air terendah yang dapat dicapai selama pengujian yaitu 21,31 °C. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengujian pada responden yaitu tingkat pergerakan dan kesensitifan responden terhadap suhu, bahan alas tidur, dan suhu ruangan ketika dilakukannya pengujian. Dan dalam pengujian pendistribusian cairan pada permukaan alas tidur terdapat limitasi beban agar sistem pendistribusian bekerja secara optimal yaitu ketika beban kurang dari 159,4 kg. Pekerjaan berikutnya adalah pengembangan distribusi pengukuran suhu badan yang lebih merata serta mengurangi noise dari mesin, pemberian notifikasi juga akan dijauhkan dari tempat tidur agar tidak mengganggu pasien karena notifikasi merupakan kepentingan bagi *caregiver*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunaryanti B. 2014. Pencegahan Dekubitus Dengan Pendidikan Kesehatan Reposisi Dan Minyak Kelapa. 12 59
- [2] Suriadi, Sanada H, Sugama J, Kitagawa A, Thigpen B, Kinoshita S, dan Murayama S. 2007. Risk Factors in The Development Of Pressure Ulcers in An Intensive Care Unit in Pontianak, Indonesia. *International Wound Journal*. 4:3 208-222
- [3] Huda N. 2016. Pengaruh Posisi Miring Untuk Mengurangi Luka Tekan Pada Pasien Dengan Gangguan Persyarafan. *Jurnal Ilmiah Keperawatan*. 2:2 29-30
- [4] Okatiranti O, Sitorus R E, dan Tsuawabeh D. 2013. Risiko Terjadinya Dekubitus Berdasarkan Tingkat Ketergantungan Pasien di Ruang Perawatan Neurologi. *Padjadjaran Nursing Journal*. 1:3 1
- [5] Janitra F E dan Wibawa Y A. 2019. Suhu dan Kelembaban Kulit pada Kejadian Luka Tekan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Pencerah*. 8:2 75-80
- [6] Santiko, Faidah N. 2020. Pengaruh Massage Efflurage Dengan Virgin Coconut Oil (Vco) Terhadap Pencegahan Dekubitus Pada Pasien Bedrest Di Ruang Instalasi Rawat Intensive (Irin) Rs Mardi Rahayu Kudus. *Jurnal Keperawatan dan Kesehatan Masyarakat* 9:2 193
- [7] Bujang B, Aini F, Purwaningsih H. 2013. Pengaruh Alih Baring Terhadap Kejadian Dekubitus Pada Pasien Stroke Yang Mengalami Hemiparesis Di Ruang Yudistira Di RSUD Kota Semarang. *Jurnal Mitra Sehat*. 4
- [8] Hamdana A N, Amin, dan Karim S S. 2021. Hubungan Penggunaan Matras Anti Dekubitus Dengan Integritas Kulit Pada Pasien Stroke Di RSUD Sulthan Daeng Radja Kab. Bulukumba,” *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*. 1:3 1–6
- [9] Rahayu S F. 2018. Pengalaman Perawat Dalam Mencegah Dekubitus Di Ruang ICU (Intensive Care Unit) Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Banjarmasin. *Dinamika Kesehatan: Jurnal Kebidanan dan Kesehatan*. 9:1 1
- [10] Okamoto K, Kudoh Y, Yokoya T, dan Okudaira N. 1998. A Survey of Bedroom and Bed Climate of the Elderly in a Nursing Home. *Applied Human Science*. 17:3 115-135.
- [11] Yudiyanto E, Adiwidodo S, Takwim R N A. 2020. Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box. *SNITT Politeknik Negeri Balikpapan*. 213–218

- [12] Uhsig T, Lubis Z, Sitorus T B. 2016. Analisa kinerja sistem Pendingin peltier yang menggunakan sel PV dengan sumber energi radiasi matahari. Jurnal Energi dan Manufaktur. 9:2 166-173
- [13] Wahyudin M T. 2018. Pembuatan Alat Pendingin Air Menggunakan Modul Thermoelektrik Peltier Tec-12706. 13