

BAB IV

PRINSIP KERJA ALAT DAN PENGUJIAN

4.1. Prinsip Kerja Alat

4.1.1. Prinsip Kerja alat Secara Keseluruhan

Battery bank cooling pad laptop berbasis mikrokontroler pada dasarnya merupakan gabungan dari dua alat yaitu pengisi daya dan juga pendingin laptop. Pengisi daya pada *battery bank cooling pad* laptop merupakan alat yang dirancang agar dapat mengisi daya pada laptop secara portabel tanpa menggunakan sumber listrik PLN. Sedangkan pendingin laptop berbasis mikrokontroler pada *battery bank cooling pad* laptop dirancang agar laptop tidak mengalami panas berlebih ketika pemakaian karena alat ini dilengkapi dengan kipas pendingin yang dikendalikan menggunakan mikrokontroler.

Battery bank cooling pad laptop bekerja seperti *battery bank* kebanyakan. Hal yang membedakan yaitu pada *gedget* yang diisi dayanya. Jika biasanya *battery bank* digunakan untuk mengisi daya untuk *handphone*, *battery bank* ini dirancang untuk mengisi daya pada laptop. Pada prinsipnya alat ini hanya memindahkan daya listrik dari baterai menuju baterai laptop. Pada mulanya, melakukan pengisian daya pada baterai *battery bank*. Pengisian daya *battery bank cooling pad* laptop ini melalui konektor DC yang telah disediakan dibagian belakang alat menggunakan pengisi daya laptop tertentu. Ketika melakukan pengisian daya pada alat, indikator level baterai akan bergerak dari satu level ke level lainnya untuk menunjukkan banyaknya daya yang telah masuk ke dalam *battery bank*.

Pada *battery bank cooling pad* laptop, selain untuk mengisi daya laptop juga didesain agar dapat mendinginkan laptop menggunakan sebuah kipas. Kipas yang terdapat pada *battery bank cooling pad* laptop akan bekerja mendinginkan bagian bawah laptop. Ketika melakukan pendinginan pada laptop, sensor suhu yang terletak pada *cassing* atas *body* akan membaca

besarnya suhu yang terdapat pada laptop. Sensor suhu yang bekerja digunakan sebagai *feedback* dari pengendalian kipas.

4.1.1.1. Prinsip Kerja *Battery Bank*

Battery bank pada *battery bank cooling pad* laptop berbasis mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti *battery bank* pada umumnya. Hal yang membedakan adalah *gadget* yang di isi dayanya. Prinsip kerja *battery bank* pada *battery bank cooling pad* laptop berbasis mikrokontroler adalah memindahkan daya listrik dari baterai menuju baterai laptop. Pengisian daya *battery bank* dilakukan menggunakan pengisi daya merek tertentu yaitu merek acer untuk mengubah daya dari 220 V AC menjadi 19 V DC melalui konektor yang terletak dibagian belakang alat. Setelah itu, tegangan sebesar 19 V DC diturunkan menjadi 16 V DC menggunakan konverter DC penurun tegangan DC DC. Pada *battery bank* dilengkapi dengan BMS yang digunakan untuk menjaga kondisi baterai. Ketika melakukan pengisian daya pada *battery bank* indikator level baterai akan bergerak dari satu level ke level lainnya untuk menunjukkan banyaknya daya yang telah masuk ke *battery bank*. Dan ketika daya yang terisi pada *battery bank* telah penuh, led indikator pada level baterai akan menyala seluruhnya dan berhenti berkedip.

Untuk selanjutnya pengisian daya pada laptop. Tegangan yang dibutuhkan oleh laptop adalah sebesar 19 V sehingga tegangan baterai akan dinaikan menggunakan konverter DC penaik tegangan untuk menaikan tegangan dari tegangan baterai yaitu 16 V menjadi 19 V. Pada saat mengisi daya pada laptop led indikator juga akan menyala. Banyak sedikitnya sisa daya yang ada dibaterai ditunjukkan oleh banyaknya strip level baterai masih menyala.

4.1.1.2. Prinsip Kerja *Cooling Fan* (Kipas Pendingin)

Pada prinsipnya,kipas pendingin pada *battery bank cooling pad* laptop berbasis mikrokontroler bekerja berdasarkan sensor suhu. Ketika tombol ditekan maka dengan otomatis led akan menyala dan kipas dalam keadaan

standby. Sensor suhu yang terletak di atas *cassing body battery bank* akan membaca besarnya suhu yang terdapat pada laptop. Terdapat dua buah sensor suhu yang dipasang pada *body battery bank cooling pad* laptop.

Pembacaan nilai yang dikeluarkan oleh sensor suhu untuk selanjutnya akan dikonversi oleh mikrokontroler. Karena pada alat ini terdapat dua buah sensor suhu, maka pembacaan suhu yang tertinggi yang akan digunakan sebagai acuan untuk mendinginkan laptop. Suhu yang telah dikonversi oleh mikrokontroler untuk kemudian akan digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM yang dibagi dan dikontrol berdasarkan *duty cycle*. Nilai *duty cycle* didapat dari pengaturan tegangan *on* dan *off* dari sinyal PWM yang akan mengendalikan putaran kipas melalui tegangan keluaran mikrokontroler.

Cepat lambatnya kipas yang berputar dipengaruhi oleh tingginya suhu yang terbaca oleh mikrokontroler. Semakin tinggi suhu yang terbaca, maka semakin tinggi juga tegangan keluaran sensor. Tingginya tegangan keluaran sensor akan membuat nilai *duty cycle* pada PWM semakin tinggi sehingga juga akan membuat kipas berputar semakin cepat. Kipas akan terus berputar untuk mendinginkan laptop hingga laptop mencapai suhu yang sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan. Ketika suhu telah mencapai *set point* yang diinginkan atau suhu yang terbaca oleh mikrokontroler lebih kecil dari *set point* yang telah ditentukan maka kipas akan berhenti berputar.

4.1.1.3. Cara Pengoperasian *Battery Bank Cooling Pad* Laptop

Cara mengoperasikan alat *battery bank cooling pad* laptop ini yaitu sebagai berikut:

1) Pengoperasian *Battery Bank*

- a) Letakan laptop diatas alat ketika laptop yang akan digunakan kehabisan daya.
- b) Hubungkan laptop yang akan diisi dayanya dengan alat melalui konektor kabel yang terdapat pada bagian belakang alat.
- c) Pastikan bahwa konektor kabel untuk pengisi daya pada alat telah sesuai dengan konektor laptop yang akan diisi dayanya.

- d) Tekan saklar *power* bagian samping kanan atas dan led indikator baterai akan menyala dan menunjukkan sisa daya yang dimiliki *battery bank*.
 - e) Ketika indikator pengisian daya pada laptop menyala maka alat pengisi daya ini telah terhubung dengan laptop.
 - f) Ketika melakukan pengisian daya pada laptop perlu diperhatikan led indikator level baterai yang terdapat pada alat. Jika led indikator baterai hanya tersisa warna merah saja maka segera lepaskan kabel penghubung daya dan matikan alat dengan cara menekan saklar bagian kanan atas.
- 2) Pengoperasian *Cooling Pad*
- a) Hubungkan laptop dengan alat yaitu dengan cara meletakkan laptop diatas alat.
 - b) Pastikan bahwa bagian laptop terpanas berada diatas sensor suhu yang terdapat pada alat.
 - c) Tekan saklar yang terdapat pada bagian atas kanan alat dan led indikator baterai akan menyala yang menunjukkan sisa daya yang dimiliki alat.
 - d) Tekan tombol *power cooling pad* yang terletak disamping kanan bawah selama dua detik dan led indikator berwarna biru akan menyala.
 - e) Alat ini akan secara otomatis memutar kipas berdasarkan panas yang terdapat pada laptop.
 - f) Ketika penggunaan alat selesai maka tekan tombol yang terletak di samping kanan bawah selama dua detik untuk mematikan *cooling pad* dan tekan saklar *power* yang terdapat dibagian kanan atas jika ingin mematikan alat *battery bank cooling pad* laptop.

4.2. Pengujian

4.2.1. Pengujian Rangkaian Sensor

Pada pengujian rangkai sensor dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan suhu terukur dengan suhu aktual yang ada. Pembacaan suhu terukur dibantu menggunakan *infrared thermometer* sedangkan pembacaan suhu aktual dilakukan dengan cara melihat suhu aktual yang terdapat di serial monitor. Pembacaan nilai keluaran sensor suhu terukur dilakukan dengan cara menembakkan sinar inframerah pada benda.

Ketika melakukan pengujian terhadap rangkaian sensor suhu ini langkah langkah yang perlu diperhatikan *adalah sebagai berikut:*

- 1) Menyalakan *alat battery bank cooling pad* laptop dengan cara menekan saklar yang terdapat pada alat.
- 2) Menyambungkan mikrokontroler dengan program menggunakan usb serial.
- 3) Meng-*upload* program kedalam mikrokontroler agar program dapat membaca dan menampilkan suhu yang dengan cara menampilkan pada serial monitor.
- 4) Panas yang digunakan untuk pengujian sensor dilakukan dengan cara memanaskan sensor menggunakan blower.
- 5) Pengujian terhadap sensor suhu dilakukan secara bergantian pada masing masing sensor.
- 6) Ketika program telah berjalan maka untuk selanjutnya membuka serial monitor untuk memonitoring suhu yang terbaca oleh mikrokontroler
- 7) Menembakkan *infrared thermometer* pada sensor suhu dan melihat besarnya sensor suhu yang tertampil pada display *infrared thermometer*
- 8) Membandingkan antara suhu yang tertampil pada serial monitor dengan suhu yang terukur menggunakan *infrared thermometer* untuk menghitung *error* pada alat.

Berikut merupakan data yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 4.1. Perbandingan suhu aktual dengan Suhu Terukur

No	Suhu Terukur	Suhu Aktual 1	Error(%)	Suhu Terukur	Suhu Aktual 2	Error(%)
1	30,9	31	0,32	31	31	0
2	31,9	32	0,31	32	32	0
3	33	33	0	33	33	0
4	34,1	34	0,29	34	34	0
5	35	35	0	35	35	0
6	36,1	36	0,27	36,1	36	0,27
7	37	37	0	37	37	0
8	38,1	38	0,26	38	38	0
9	39	39	0	38,8	39	0,5
10	40	40	0	40	40	0

Dari nilai yang diperoleh, maka diperoleh presentase *error* pada alat. Nilai presentase *error* yang didapatkan adalah selalu positif atau bernilai mutlak, sehingga nilai presentase *error* didapat dari percobaan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$Error = \left| \frac{(Suhu\ Terukur - Suhu\ Aktual)}{Suhu\ terukur} \right| \times 100\%$$

$$Error = \left| \frac{(30,9 - 31)}{30,9} \right| \times 100\% = 0,3\%$$

Perhitungan presentase *error* dilakukan secara menyeluruh dari data yang dihasilkan. Dari hasil presentase *error* yang didapatkan, dapat diketahui bahwa sensor suhu yang digunakan pada *battery bank cooling pad* laptop dapat bekerja dengan baik sehingga dapat menunjang keakuratan *input* data ke mikrokontroler.

4.2.2. Pengujian Kipas Pendingin

Pengujian kipas pendingin dilakukan dengan cara membandingkan *output* suhu dari sensor (suhu aktual) dengan besarnya nilai PWM yang dihasilkan untuk memutar kipas. Pengujian kipas pendingin dilakukan menggunakan perbandingan suhu laptop terhadap waktu. Laptop yang digunakan pada percobaan adalah menggunakan laptop Acer Aspire E11 dan waktu yang digunakan untuk pengujian yaitu selama 350 detik dengan suhu awal sebesar 36,13 °C sampai dengan *set point* yang sebelumnya telah ditentukan yaitu 32 °C. Berikut merupakan spesifikasi dari laptop yang digunakan dalam pengujian kipas pendingin pada *battery bank cooling pad* laptop berbasis mikrokontroler:

Tabel 4.2. Spesifikasi Laptop Acer Aspire E11

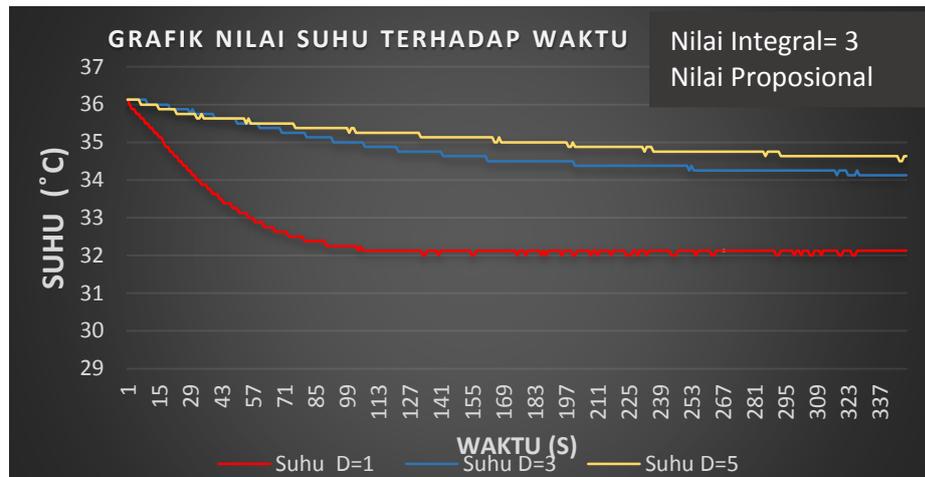
No	Spesifikasi	Keterangan
1	Prosesor	Intel Celeron N2830 2,16 GHz Dual Core
2	RAM	DDR 2 GB
3	Ruang Penyimpanan	HDD 500 GB
4	Sistem Operasi	Windows 8.1
5	Grafis	Intel HD Graphics
6	Layar	11,6 inci (1366 x 768 piksel)
7	Konektivitas	WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth
8	Port	HDMI, USB 2.0, USB 3.0, Card Reader
9	Kamera	Web Camera
10	Sistem Pendingin	<i>Fan Less</i>

Pencarian nilai PWM yang digunakan untuk memutar kipas dilakukan dengan menggunakan rumus PID (Proporsional Integral Derivatif) dengan faktor pengali D yang dirubah untuk mendapatkan nilai PWM yang paling optimal menuju *set point* yang diharapkan. Serta pengujian besarnya nilai PWM terhadap nilai *duty cycle* yang dikeluarkan oleh alat. Langkah-langkah

yang perlu diperhatikan ketika melakukan percobaan kipas pendingin yaitu sebagai berikut:

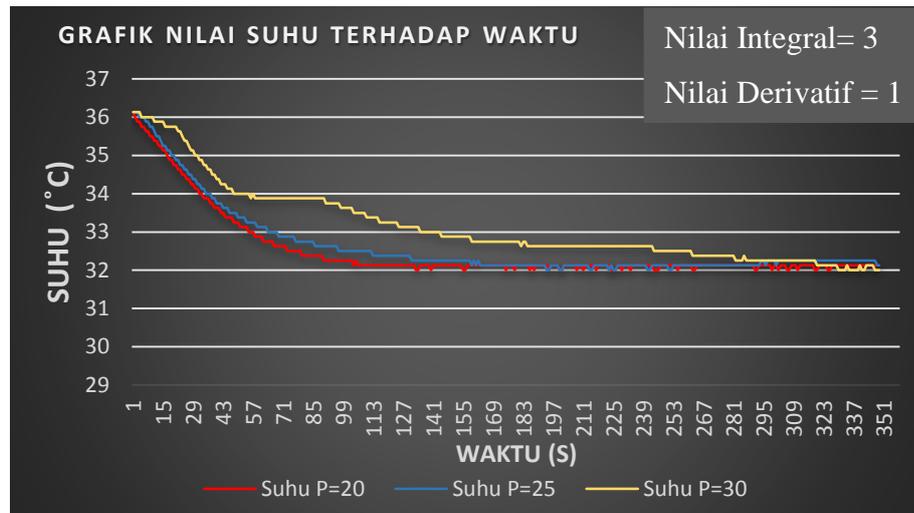
- 1) Menyalakan alat *battery bank cooling pad* laptop dengan cara menekan saklar yang terdapat pada alat.
- 2) Menyambungkan mikrokontroler dengan program menggunakan usb serial.
- 3) Meng-*upload* program kedalam mikrokontroler agar program dapat membaca dan menampilkan suhu yang dengan cara menampilkan pada serial monitor.
- 4) Membuka program PLX- DAQ dan mengkoneksikannya pada ms.excel agar waktu dan besarnya suhu otomatis tercatat pada *software* ms.excel
- 5) Membuat laptop menjadi panas dengan cara membuka banyak aplikasi.
- 6) Meletakkan laptop diatas *battery bank cooling pad* laptop dan setelah panas yang diinginkan tercapai maka menutup aplikasi pada laptop dan menekan tombol bagian kanan bawah yang terdapat pada alat.
- 7) Setelah menekan tombol maka waktu terhadap suhu dapat otomatis tercatat pada ms.excel.
- 8) Setelah data yang didapat telah selesai maka untuk selanjutnya melakukan pengujian nilai sensor suhu terhadap PWM yaitu dengan cara membuat program baru dan memasukannya pada mikrokontroler.
- 9) Program yang dibuat nantinya akan dapat menampilkan besarnya nilai suhu dan besarnya nilai PWM yang di keluarkan oleh alat melalui serial monitor.

Berikut merupakan grafik hasil percobaan yang dilakukan dengan mengubah nilai D, namun nilai P dan Nilai I tetap yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.1. Grafik Nilai Suhu Terhadap Waktu

Respon terhadap proposional mengakibatkan *rise time* dan *steady state error* menurun namun akan membuat *overshoot* meningkat serta *settling time* yang hanya akan mengalami perubahan kecil. Respon terhadap integral akan membuat *rise time* menurun namun akan membuat *overshoot* dan *settling time* meningkat serta akan mengeliminasi *steady state error* pada sistem. Respon terhadap derivatif akan membuat *rise time* dan *steady state error* mengalami perubahan kecil dan membuat *settling time* serta *overshoot* menurun. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing masing pengontrol proposional, integral dan derivatif dapat saling menutupi sehingga penggabungan antara nilai proposional derivatif dan integral yg tepat akan menghasilkan nilai yang seimbang. Setelah diujicobakan maka dapat terlihat bahwa nilai derivatif yang paling baik adalah dengan menggunakan derivatif yang bernilai= 1. Pada percobaan selanjutnya digunakan nilai derivatif =1 namun nilai proposional dirubah untuk mendapatkan nilai yang paling optimal. Berikut merupakan data dalam bentuk grafik hasil percobaan terhadap nilai PID dengan nilai P yang dirubah dan Nilai D serta I tetap, yang telah diuji cobakan:



Gambar 4.2. Grafik Nilai Suhu Terhadap Waktu

Dari percobaan yang telah dilakukan diketahui bahwa untuk mendapatkan nilai PWM yang paling optimal adalah tetap dengan menggunakan faktor pengali $P=20$. Dan $D=1$, sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.3. Perbandingan besarnya suhu terhadap nilai PWM

No	Nilai Suhu (°C)	Nilai PWM
1	31	0
2	32	90
3	33	111
4	34	132
5	35	153
6	36	174
7	37	195
8	38	216
9	39	237
10	40	255

Dari percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu yang terbaca oleh sensor maka akan semakin tinggi juga nilai PWM yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai PWM yang dihasilkan akan membuat kipas semakin cepat berputar. Kipas akan mulai bergerak setelah nilai PWM

lebih dari 90. Jadi, ketika nilai PWM 90 atau kurang dari 90, kipas akan otomatis mati dan ketika nilai PWM 255 atau lebih besar dari 255 maka kipas akan berputar penuh.

Pengujian selanjutnya yaitu uji coba terhadap nilai PWM yang dihasilkan terhadap besarnya nilai *duty cycle* dihasilkan oleh alat melalui osiloskop. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dengan melibatkan 3 nilai sensor suhu yaitu rendah, sedang dan tinggi. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui seberapa akurat alat bekerja. Langkah langkah yang perlu diperhatikan ketika melakukan percobaan pada alat yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat *battery bank cooling pad* laptop dan memasang USB serial pada laptop agar dapat melihat suhu keluaran dari sensor.
- 2) Menyambungkan Osiloskop dengan *alat battery bank cooling pad* laptop pada bagian *inputan* kipas pendingin.
- 3) Menyalakan alat *battery bank cooling pad* laptop serta melakukan monitoring suhu dengan cara melihat suhu yang tertampil pada serial monitor.
- 4) Memanaskan sensor suhu menggunakan blower hingga suhu yang diinginkan dicapai.
- 5) Mencatat hasil dari percobaan dan mengitung nilai *error* yang dihasilkan oleh alat.

Berikut merupakan hasil dari percobaan yang telah dilakukan:

- 1) Percobaan dengan Suhu Rendah

Pada percobaan dengan suhu rendah yaitu dengan memberi nilai sensor sebesar 32,13° C. Besarnya suhu yang terdapat pada sensor dan besarnya nilai PWM tertampil pada serial monitor. Berikut merupakan nilai yang tertampil pada serial monitor :

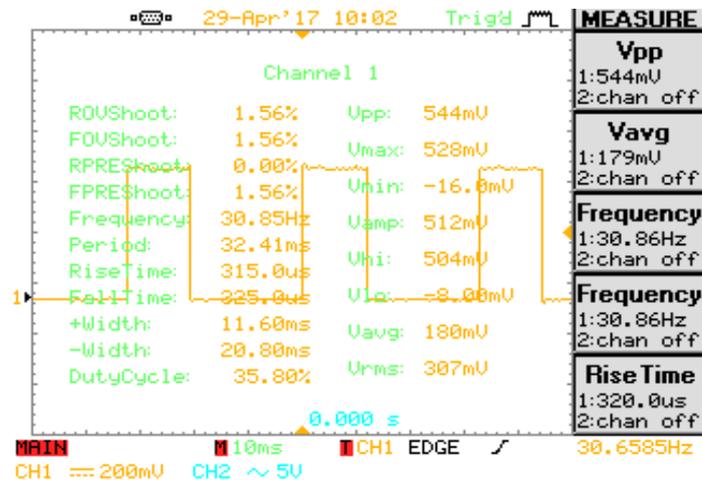
```

Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 32.13 Temp F: 89.82
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 29.12 Temp F: 84.43
suhu_aktual= 32.13
Nilai PWM= 92
DATA, TIME, suhu_aktual32.13
704
1
Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 32.13 Temp F: 89.82
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 29.25 Temp F: 84.65
suhu_aktual= 32.13
Nilai PWM= 92
DATA, TIME, suhu_aktual32.13
704
1

```

Gambar 4.3. Nilai Sensor Suhu dan PWM dengan Nilai Rendah

Sedangkan berikut merupakan besarnya nilai *duty cycle* ketika percobaan dengan suhu rendah yang diujikan pada gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4. Nilai *duty cycle* dengan Suhu Rendah

2) Percobaan dengan Suhu Sedang

Pada percobaan dengan suhu sedang yaitu dengan memberi nilai sensor sebesar 36 °C. Besarnya suhu yang terdapat pada sensor dan besarnya nilai PWM tertampil pada serial monitor. Berikut merupakan nilai yang tertampil pada serial monitor :

```

Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 36.00 Temp F: 96.80
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 34.00 Temp F: 93.20
suhu_aktual= 36.00
Nilai PWM= 182
DATA, TIME, suhu_aktual36.00
706
1
Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 36.00 Temp F: 96.80
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 34.00 Temp F: 93.20
suhu_aktual= 36.00
Nilai PWM= 182
DATA, TIME, suhu_aktual36.00
706
1

```

Gambar 4.5. Nilai Sensor Suhu dan PWM dengan Nilai Sedang

Setelah suhu yang diinginkan telah terbaca yaitu sebesar 36°C maka melihat besarnya nilai *duty cycle* yang terdapat pada osiloskop. Berikut merupakan gambar hasil dari percobaan yang telah dilakukan:



Gambar 4.6. Nilai *Duty Cycle* pada Osiloskop Suhu Sedang

3) Percobaan dengan Suhu Tinggi

Pada percobaan dengan suhu tinggi yaitu dengan memberi nilai sensor sebesar $39,13^{\circ}\text{C}$. Besarnya suhu yang terdapat pada sensor dan besarnya nilai PWM tertampil pada serial monitor. Berikut merupakan nilai yang tertampil pada serial monitor :

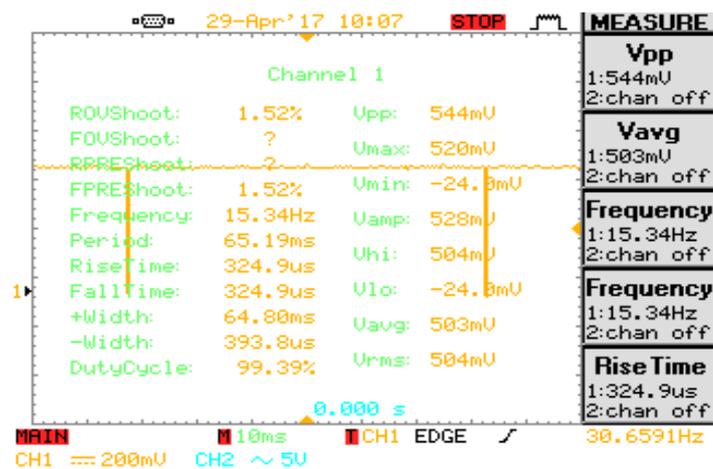
```

Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 39.13 Temp F: 102.42
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 29.62 Temp F: 85.32
suhu_aktual= 39.13
Nilai PWM= 253
DATA, TIME, suhu_aktual39.13
703
1
Device Address: 28FFE0642016033C Temp C: 39.13 Temp F: 102.42
Device Address: 28FFD73F20160426 Temp C: 29.62 Temp F: 85.32
suhu_aktual= 39.13
Nilai PWM= 253
DATA, TIME, suhu_aktual39.13
703
1

```

Gambar 4.7. Nilai Sensor Suhu dan PWM dengan Nilai Tinggi

Setelah suhu yang diinginkan telah terbaca yaitu sebesar 39,13 °C maka melihat besarnya nilai *duty cycle* yang terdapat pada osiloskop. Berikut merupakan gambar hasil dari percobaan yang telah dilakukan:



Gambar 4.8. Nilai *Duty Cycle* pada Osiloskop Suhu Tinggi

Untuk dapat mengetahui besarnya nilai *error* yang terdapat pada alat maka dilakukan penghitungan besarnya nilai *error* yang terdapat pada alat. Besarnya nilai *error* di hitung dalam bentuk persen. Penghitungan dilakukan pada semua nilai yang dihasilkan. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai *error* PWM terhadap besarnya nilai *duty cycle* yang terdapat pada alat:

- Nilai PWM=182 pada suhu 36°C
- Nilai *duty cycle* yang tertampil pada osiloskop= 71,95%

Maka,

$$\text{Persentase PWM} = \left| \frac{(\text{PWM terbaca})}{\text{Nilai maksimal PWM}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Persentase PWM} = \left| \frac{(182)}{255} \right| \times 100\%$$

$$\text{Persentase PWM} = 71,37\%$$

Sehingga,

Nilai PresentaseError PWM

$$= |\text{Presentase Duty Cycle} - \text{Presentase PWM}|$$

$$\text{Nilai PresentaseError PWM} = |71,95\% - 71,37\%|$$

$$\text{Nilai PresentaseError PWM} = 0,58\%$$

Sehingga didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel 4.4. Tabel Perbandingan Nilai PWM dan *Duty Cycle*

No	Nilai Suhu	Nilai PWM	Nilai <i>Duty Cycle</i>	Persentase <i>error</i>
1	32,13°C	92 (35,07 %)	35,80 %	0,73 %
2	36°C	182 (71,37 %)	71,95 %	0,58 %
3	39,13°C	253 (99,21 %)	99,39%	0,18 %

Dari percobaan yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa besarnya nilai PWM telah sesuai dengan nilai *duty cycle* yang dihasilkan alat. Dengan hasil yang demikian dapat diketahui bahwa alat dapat bekerja dengan baik sehingga dapat menunjang keakuratan dari nilai PWM serta besarnya nilai *duty cycle* yang dihasilkan.

4.2.3. Pengujian *Battery Bank*

Terdapat dua macam pengujian pada *battery bank* ini, yaitu pengujian energi yang dihasilkan oleh *battery bank* dan pengujian indikator level baterai. Pengujian terhadap energi yang dihasilkan oleh *battery bank* dilakukan dengan menggunakan watt meter. Pengujian dilakukan untuk memonitoring daya yang keluar pada *battery bank* untuk mendapatkan besarnya energi yang dihasilkan oleh *battery bank*. Penghitungan dilakukan dengan cara membandingkan besarnya energi nominal yang terdapat pada baterai *battery bank* dengan energi yang dihasilkan oleh *battery bank*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyambungkan watt meter dengan alat dan memonitoringnya melalui watt meter tersebut. Laptop yang di isi dayanya dalam keadaan *standby* menggunakan laptop Acer Aspire E11. Hal ini dilakukan agar pada saat pengujian dapat terlihat perbandingan kinerja *battery bank* ketika sedang melakukan pengisian daya pada laptop.

4.2.3.1. Pengujian Energi *Battery Bank*

Berikut merupakan perhitungan perbandingan antara energi nominal baterai *battery bank* dan energi yang dihasilkan oleh *battery bank* :

- $V_{\text{nominal}} = 3,6 \text{ V}$
- Kapasitas Arus = 2200 mAh = 2,2 Ah
- $E_{\text{percobaan}} = 25,5 \text{ Wh}$

$$E = V.I.t$$

$$E = 3,6 \text{ volt} \times 2,2 \text{ Ah}$$

$$E_{\text{nominal}} = 7,92 \text{ Wh}$$

Sehingga,

$$E_{\text{totalnominal}} = E \times 4 \text{ sel}$$

$$E_{\text{totalnominal}} = 7,92 \times 4$$

$$E_{\text{totalnominal}} = 31,68 \text{ Wh}$$

Sedangkan besarnya energi yang dihasilkan pada percobaan *battery bank* yaitu sebesar 25,5 Wh. Sehingga rugi rugi energi yang terdapat pada *battery bank* yaitu sebagai berikut :

$$E_{\text{rugi}} = E_{\text{total nominal}} - E_{\text{percobaan}}$$

$$E_{\text{rugi}} = 31,68 - 25,5$$

$$E_{\text{rugi}} = 6,16 \text{ Wh}$$

Dari percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa besarnya nilai energi yang dihasilkan oleh *battery bank* berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan. Semakin besar daya yang dihasilkan pada *battery bank* akan semakin besar juga nilai energi yang dihasilkan. Dan dapat diketahui bahwa besarnya nilai energi nominal akan selalu lebih besar dibandingkan dengan percobaan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan alat pengisi daya ini memiliki rugi-rugi energi. Rugi-rugi energi yang dikeluarkan oleh *battery bank* yaitu dalam bentuk panas sehingga energi yang dihasilkan alat yaitu sebesar 25,5 Wh dengan rugi-rugi energi sebesar 6,16 Wh.

4.2.3.2. Pengujian Level Indikator Baterai

Pada pengujian level indikator baterai, dilakukan dengan cara membandingkan nilai ADC yang keluar pada alat dengan nilai ADC terhitung. Langkah langkah yang perlu diperhatikan yaitu:

- 1) Menyambungkan *power supply* pada *input* tegangan baterai
- 2) Menyalakan alat *battery bank cooling pad* laptop dengan cara menekan saklar yang terdapat pada alat.
- 3) Menyambungkan mikrokontroler dengan program menggunakan usb serial.
- 4) Meng-*upload* program kedalam mikrokontroler agar program dapat dibaca oleh mikro dan menampilkan nilai ADC dengan cara menampilkan pada serial monitor.

- 5) Memberikan tegangan masukan pada *input* tegangan baterai sesuai dengan tegangan yang telah ditentukan. Hal ini dilakukan agar lebih mudah memonitoring besarnya nilai ADC yang terbaca oleh mikrokontroler.
- 6) Membuka serial monitor dan mencatat nilai ADC yang terbaca oleh mikrokontroler.
- 7) Setelah didapatkan data yang diinginkan maka membandingkan nilai ADC terbaca dan terhitung dengan cara membandingkan nilai *error* yang terdapat pada alat.

Berikut ini merupakan tabel hasil dari pengujian nilai ADC terbaca dan terukur oleh mikrokontroler:

Tabel 4.5. Perbandingan Nilai ADC Terhitung dan Terukur

No	Nilai ADC Terhitung	Nilai ADC Terukur	<i>Error</i> (%)
1	599	599	0%
2	644	630	2,1 %
3	688	674	2,1 %
4	733	718	2,0%
5	778	760	2,3 %
6	822	807	1,8 %

Dari pengujian yang dilakukan, maka diperoleh presentase *error* pada alat. Nilai presentase *error* yang didapatkan adalah selalu positif atau bernilai mutlak, sehingga nilai presentase *error* didapat dari percobaan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$Error = \left| \frac{(ADC \text{ Terhitung} - ADC \text{ Terukur})}{ADC \text{ Terhitung}} \right| \times 100\%$$

$$Error = \left| \frac{(599 - 599)}{599} \right| \times 100\% = 0\%$$

Perhitungan presentase *error* dilakukan secara menyeluruh dari data yang dihasilkan. Dari hasil presentase *error* yang didapatkan, dapat diketahui bahwa pembacaan nilai oleh ADC baik sehingga dapat menunjang keakuratan pada pembacaan level indikator baterai.

4.2.4. Pengujian Alat Secara Keseluruhan

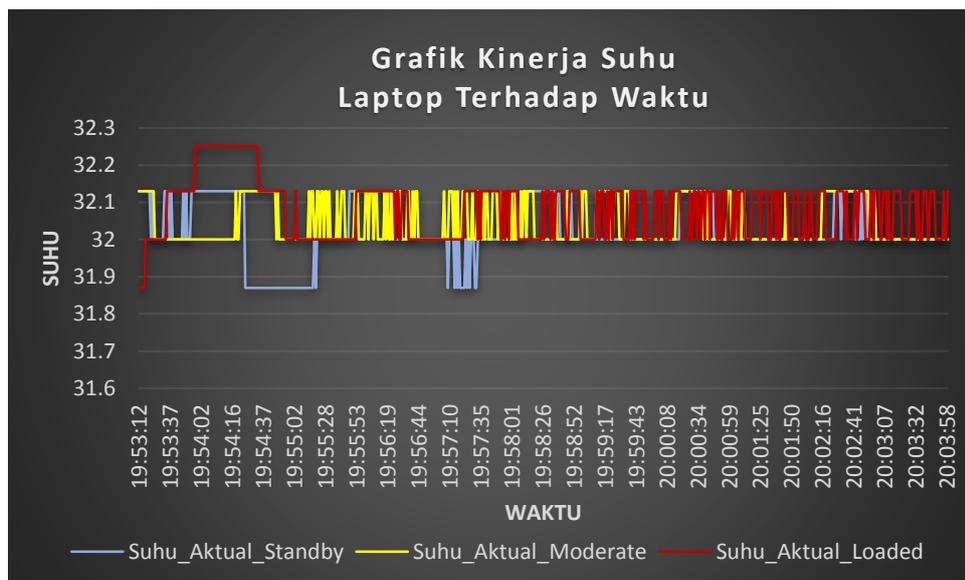
Pengujian alat keseluruhan dilakukan dengan cara melihat kinerja alat *battery bank cooling pad* laptop. Pengujian ini meliputi pengujian besarnya arus yang puncak dan lamanya pengisian daya pada *battery bank cooling pad* laptop. Laptop yang digunakan adalah laptop Acer Aspire E11. Berikut merupakan data yang diperoleh ketika melakukan pengujian terhadap *battery bank cooling pad* laptop:

Tabel 4.6. Pengujian Kriteria Alat secara Keseluruhan

No	Kriteria	Nilai
1	Lamanya pengisian daya pada alat <i>battery bank cooling pad</i> laptop	5 Jam
2	Besarnya arus puncak ketika melakukan pengisian daya pada <i>battery bank</i>	1,68 A
3	Besarnya arus puncak ketika melakukan pengisian daya pada laptop Acer Aspire E11	1,5 A
4	Besarnya energi yang digunakan untuk melakukan pengisian daya pada <i>battery bank</i>	36,4 Wh

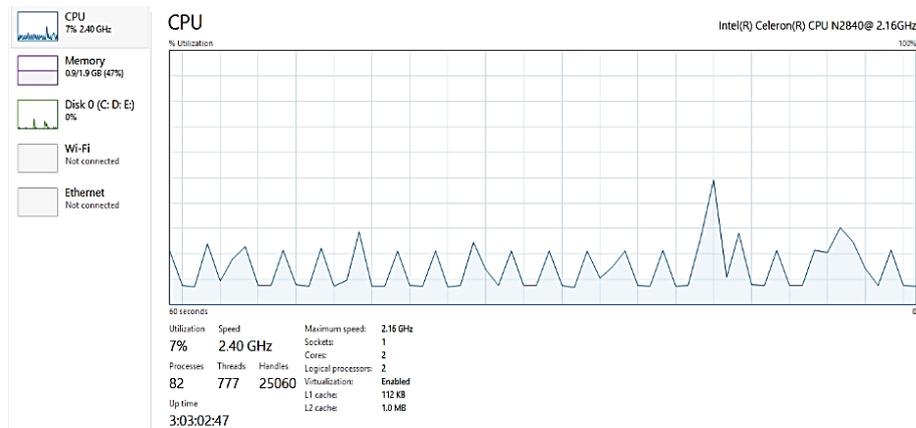
Pada pengujian *battery bank cooling pad* laptop secara keseluruhan juga dilakukan dengan cara melihat kinerja alat pada kondisi laptop tertentu terhadap suhu yaitu ketika laptop dalam keadaan *standby* (idle), keadaan sedang (moderate), atau bekerja penuh (loaded). Pengujian ketika laptop dalam keadaan *standby* dilakukan dengan cara menyalakan laptop namun tidak membuka aplikasi apapun. Pengujian ketika laptop dalam keadaan sedang dilakukan dengan cara membuka sebagian aplikasi pada laptop seperti

membuka ms.word, menonton film, membuka musik *player*. Pengujian ketika laptop dalam keadaan penuh dilakukan dengan cara membuka aplikasi heavy load. Pengujian ini dilakukan selama 10 menit untuk melihat perbandingan suhu laptop terhadap kinerja kipas. Berikut merupakan grafik yang menyatakan perbandingan antara suhu dengan kontrol kecepatan kipas.



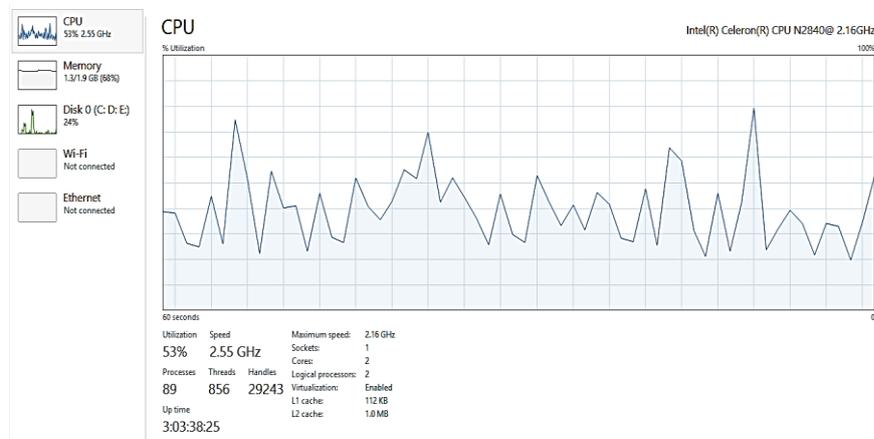
Gambar 4.9. Grafik Kinerja Laptop Terhadap Suhu

Pada percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa ketika laptop berada pada keadaan *standby*, laptop bekerja antara rentang suhu 31,87 °C hingga 32,13 °C. Dengan keadaan kipas berputar ketika suhu laptop >32 °C dan kipas akan berhenti berputar ketika suhu laptop ≤32 °C. Kipas akan terus mengontrol kecepatan dan akan mempertahankan agar laptop bekerja dalam suhu yang optimal. Untuk dapat membuktikan bahwa laptop bekerja pada keadaan *standby* saja maka dapat dilihat dari keadaan CPU load ketika bekerja hanya sebesar 7% yang ditunjukkan pada gambar 4.10 dibawah ini. Laptop bekerja dalam keadaan *standby* dilakukan dengan cara menyalakan laptop namun tidak membuka aplikasi apapun. Berikut merupakan gambar dari CPU *load* ketika laptop berada dalam keadaan *idle*.



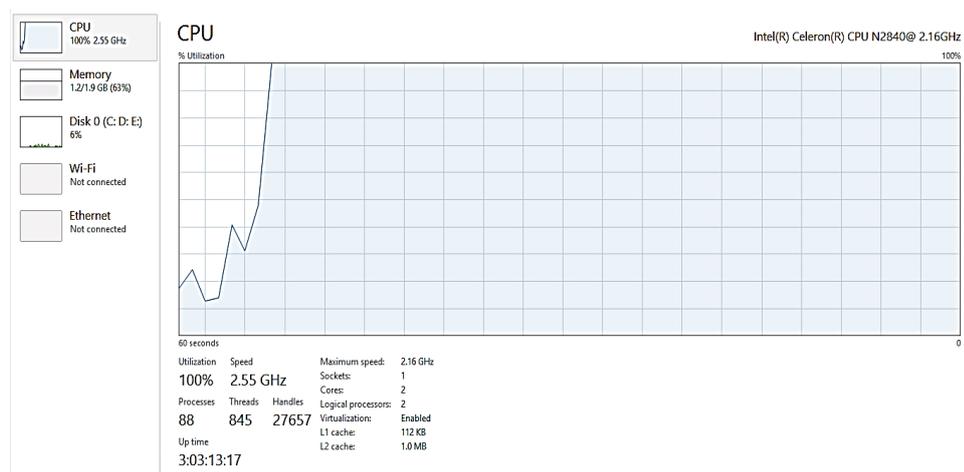
Gambar 4.10. CPU Load Ketika Laptop Dalam Keadaan *Idle*

Pada percobaan selanjutnya, dapat diketahui bahwa ketika laptop bekerja pada keadaan *moderate*, laptop bekerja antara rentang suhu 32 °C hingga 32,13°C. Dengan keadaan kipas berputar ketika suhu laptop >32°C dan kipas akan berhenti berputar ketika suhu laptop ≤32 °C. Kipas akan terus mengontrol kecepatan dan akan mempertahankan agar laptop bekerja dalam suhu yang optimal. Untuk dapat membuktikan bahwa laptop bekerja dalam keadaan *moderate* maka dapat ditunjukkan pada gambar 4.11. Pada keadaan ini, laptop bekerja dalam keadaan sedang yaitu dengan cara membuka aplikasi ms.word, menonton film, membuka musik *player* agar prosesor pada CPU bekerja sebanyak 53%. Berikut merupakan gambar dari CPU load ketika laptop berada dalam keadaan *moderate*:



Gambar 4.11. CPU Load Ketika Laptop Dalam Keadaan *Moderate*

Pada percobaan yang terakhir, dapat diketahui bahwa ketika laptop bekerja dengan keadaan penuh, laptop bekerja antara rentang suhu 32 °C hingga 32,25°C. Dengan keadaan kipas berputar ketika suhu laptop >32°C dan kipas akan berhenti berputar ketika suhu laptop <=32°C. Kipas akan terus mengontrol kecepatan dan akan mempertahankan agar laptop bekerja dalam suhu yang optimal. Agar dapat mengetahui bahwa laptop bekerja dengan keadaan penuh maka dapat dilihat pada gambar 4.12. Pada percobaan ini, membuat laptop bekerja dalam keadaan penuh yaitu dengan cara membuka aplikasi *heavy load* agar prosesor pada CPU bekerja sebanyak 100%. Berikut merupakan gambar dari CPU load ketika laptop bekerja penuh:



Gambar 4.12. CPU Load Ketika Laptop Dalam Keadaan Penuh