

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang berjudul “Pengukuran suhu tubuh secara tak sentuh menggunakan inframerah berbasis arduino uno” peneliti merancang alat yang dapat membaca suhu suatu objek benda dari jarak tertentu dalam waktu pengambilan data selama 5 detik tanpa menyentuh sensor ke objek benda. Perancangan alat ini menggunakan sensor inframerah yang dapat menangkap radiasi gelombang elektromagnetik pada klasifikasi panjang gelombang inframerah yang dipancarkan oleh objek benda yang kemudian diubah menjadi besaran suhu. Hasil pengukuran pembacaan suhu akan ditampilkan pada layar LCD 16X2 karakter. Penulis merancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai suhu tubuh manusia dengan waktu yang singkat dan menghasilkan nilai pembacaan yang akurat. Menggunakan sensor *infrared thermometer* buatan melexis dengan seri MLX 90614 yang dipadukan dengan arduino uno serta tampilan LCD 16x2 merupakan cara yang digunakan penulis untuk membuat termometer tubuh secara tak sentuh. Dari pengujian alat yang telah dilakukan, didapatkan bahwa alat pengukur suhu tubuh tak sentuh memiliki batas kesalahan rerata total sebesar 0.38 yang telah dibandingkan dengan termometer badan digital. Dan kelemahannya adalah termometer ini tidak mendekati suhu inti sehingga termometer dahi tidak seakurat termometer telinga [5].

Penelitian berikutnya yang berjudul “Rancang bangun alat pengukur suhu tubuh manusia dengan *Non-Contact Thermometer*” Pengukuran terhadap suhu tubuh manusia dapat dilakukan dengan menggunakan termometer badan. Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai suhu tubuh manusia dengan waktu yang singkat dan menghasilkan nilai pembacaan yang akurat. Menggunakan sensor infra merah dengan seri MLX90614 yang dipadukan dengan Arduino Nano serta tampilan LCD OLED 128x64 merupakan cara yang digunakan untuk membuat termometer tubuh tanpa kontak fisik. Metode penelitian yang digunakan yaitu membandingkan antara alat *non-contact thermometer* dengan alat pembanding. Alat pembanding ini sebagai acuan untuk mendapatkan nilai presisi dan akurasi yang tinggi. Bias pada termometer dahi dan telinga sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$. Kelemahannya suhu merupakan langkah awal dokter mendiagnosa suatu penyakit thermometer dahi tidak mendekati suhu inti sehingga thermometer dahi tidak seakurat thermometer telinga yang mendekati suhu inti [6].

Penelitian selanjutnya yang berjudul “Rancang Bangun Dan Analisis Sistem Monitoring suhu *non contact* pada pengukuran suhu di Membran Tympani” Alat ini menggunakan sensor *Infrared Thermopile* MLX90614 yang *outputannya* berupa data digital sehingga langsung dapat diprogram melalui arduino dan ditampilkan pada *display* LCD karakter. Rangkaian LCD karakter 2x8 bekerja dengan baik dalam menampilkan hasil pengukuran. Hasil penelitian ini menemukan bahwa akurasi diagnostik inframerah pengukuran suhu timpani tidak kalah dengan pengukuran suhu pada dahi. Dibuktikan dengan pengukuran subjek yang diteliti suhu inframerah menunjukkan kesamaan dalam sensitivitas dan spesifisitas

kesalahan *error* tertinggi pada responden ke2 telinga kanan sebesar 2,11% dan terendah 0,17%. Kelemahan pada alat ini memiliki *error* yang cukup tinggi serta tidak terdapatnya *buzzer* sebagai penanda bahwa alat telah selesai bekerja dan tidak terdapatnya penyimpanan data untuk memudahkan user pada saat user membutuhkannya [7].

Dari penelitian pertama maupun kedua yang sama-sama melakukan Pengukuran Suhu Secara Tak Sentuh pada *temporal* atau dahi didapatkan bias pengukuran antara dahi dan telinga tertinggi sebesar 0,6°C ini sesuai teori yang dilakukan oleh beberapa penelitian bahwa telinga lebih akurat dikarenakan telinga lebih mendekati suhu inti yang berada pada hipotalamus teori ini penulis buktikan dengan melakukan pengukuran sebanyak 40 data.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Prinsip Dasar

Suhu tubuh merupakan keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari tubuh, yang diukur dalam satuan derajat. Pengukuran suhu tubuh ditujukan untuk memperoleh suhu inti jaringan tubuh rata-rata *representatif*. Suhu normal rata-rata bervariasi bergantung lokasi pengukuran. Tempat pengukuran suhu inti merupakan indikator suhu tubuh yang lebih baik daripada suhu di permukaan. Tempat pengukuran suhu inti dan suhu permukaan adalah pada suhu inti yaitu rektum, membran timpani, *esofagus*, arteri *pulmoner*, dan kandung kemih sedangkan pada suhu permukaan diantaranya kulit, *aksila*, dan *oral* [5].

Dengan demikian, suhu darah arteri pulmonalis sering diambil sebagai standar emas dalam pengukuran arteri pulmonaris berada pada paru-paru yang berfungsi untuk membawa darah yang mengandung oksigen dari ventrikel kanan jantung ke paru-paru [8].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Benzinger bahwa membran timpani, berada di dekat hipotalamus dan arteri karotid interna tersambung langsung ke otak [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Medline Cinahl untuk mengetahui suhu tubuh normal pada pria dan wanita dewasa seperti oral, dubur, timpani dan aksilaris dilakukan secara manual dari daftar referensi artikel yang teridentifikasi. Studi dari tahun 1935 hingga 1999 dapat dilihat pada tabel 2.1 suhu normal pada tempat yang berbeda.

Tabel 2. 1 Suhu Normal Pada Tempat yang Berbeda

ORGAN	SUHU NORMAL
Suhu Oral (Mulut)	33,2-38,2 °C
Suhu Rektal (Dubur)	34,4-37,8 °C
Suhu Timpani (Telinga)	35,4-37,8 °C
Suhu Aksilar (Leher)	35,5-37,0 °C

Pada saat menilai suhu tubuh sangat penting untuk melakukan pengukuran dan pertimbangan jenis kelamin. Studi dengan sampel acak diperlukan untuk mengkonfirmasi kisaran suhu tubuh normal berkenaan dengan jenis kelamin dan usia [4].

Pada dasarnya pengambilan suhu tubuh dilakukan di beberapa bagian. Tempat pengukuran suhu merupakan salah satu faktor yang menentukan suhu tubuh pasien.

- Rata-rata suhu mulut normal adalah 37°C .
- Suhu rektal adalah $0,3^{\circ}\text{C}$ - $0,6^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dari suhu oral.
- Suhu telinga (timpani) adalah $0,3^{\circ}\text{C}$ - $0,6^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dari suhu oral.
- Temperatur ketiak (aksila) biasanya $0,3^{\circ}\text{C}$ - $0,6^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dari suhu oral. Pada gambar 2.1 merupakan anatomi telinga.



Gambar 2. 1 anatomi telinga [10]

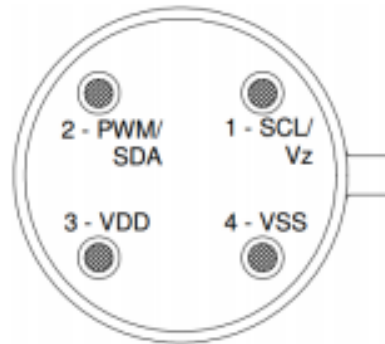
2.2.2 Sensor *Infrared Thermopile* (MLX90614)

Sensor inframerah MLX90614 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dengan memanfaatkan radiasi gelombang inframerah. Sensor MLX90614 didesain khusus untuk mendeteksi radiasi inframerah dan secara otomatis telah didesain sehingga dapat mengkalibrasi energi radiasi inframerah menjadi skala temperatur.” Sensor ini terdiri dari detektor *thermopile* inframerah MLX811D1 dan *signal conditioning* ASSP MLX9D302 yang digunakan untuk memproses *output* dari sensor inframerah. Pada *thermopile* terdiri dari lapisan atau membran yang terbuat dari silikon yang mengandung banyak sekali termokopel dari objek akan ditangkap oleh membran tersebut. Pada gambar 2.2 merupakan gambar sensor MLX90614.



Gambar 2. 2 Sensor MLX90614 Sumber: Malexis[10]

Sensor ini terdiri dari detektor *thermopile* inframerah MLX811D1 dan *signal conditioning* ASSP MLX9D302 yang digunakan untuk memproses *output* dari sensor inframerah. Pada *thermopile* terdiri dari lapisan atau membran yang terbuat dari silikon yang mengandung banyak sekali termokopel dari objek akan ditangkap oleh membran tersebut. Semua benda yang mempunyai temperatur diatas nol absolute ($-273^{\circ}\text{C} = 0$ kelvin) memancarkan radiasi elektromagnetik dari permukaannya dan memiliki molekul yang ada didalamnya, semakin tinggi suhu maka pergerakan molekul tersebut semakin cepat pada saat bergerak maka molekul memancarkan radiasi inframerah. Semakin panas suatu benda maka molekul yang ada didalamnya semakin aktif dan semakin banyak energi inframerah yang dipancarkan



Gambar 2. 3 Deskripsi pin sensor *infrared thermometer* MLX90614 [10]

Sensor inframerah tipe MLX90614 memiliki 4 pin yang memiliki fungsinya masing-masing. Sensor temperature tipe MLX90614 memiliki 2 pin yang masuk ke dalam pin A5 (SCL) dan A4 (SDA) pada Arduino. Pada tabel 2.2 merupakan fungsi pin MLX90614 [11].

Tabel 2. 2 Fungsi pin MLX90614 [10]

Nama Pin	Fungsi
VSS	Ground
SCL	<i>Input clock serial protocol</i> komunikasi 2 kawat
PWM/SDA	Input/Output digital. Pada keadaan normal sebagai pengukur temperatur objek terletak pada pin PWM
VDD	Suplay tegangan eksternal 5V

2.2.3 IC Mikrokontroler ATmega328

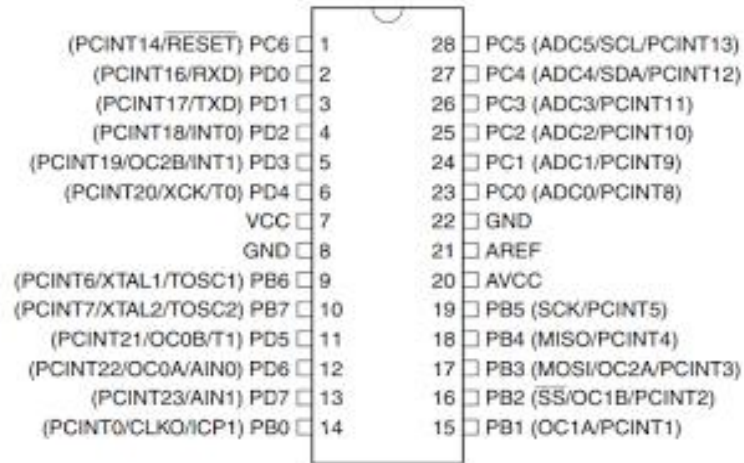
Pada ATmega328 board ini memiliki 14 digital *input / output* pin dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* dan 6, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *mikrokontroler*, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk

menggunakannya [5]. Board *Arduino Uno* memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut : - 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board sistem*. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan *Arduino* Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Pada gambar 2.4 merupakan gambar *board arduino*.



Gambar 2. 4 Board Arduino[10]

Pada Atmega 328 dilengkapi dengan teknik *memory mapped* I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/ Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh. Berikut gambar diagram blok ATmega328. Pada gambar 2.5 merupakan gambar konfigurasi pin AtMega328.



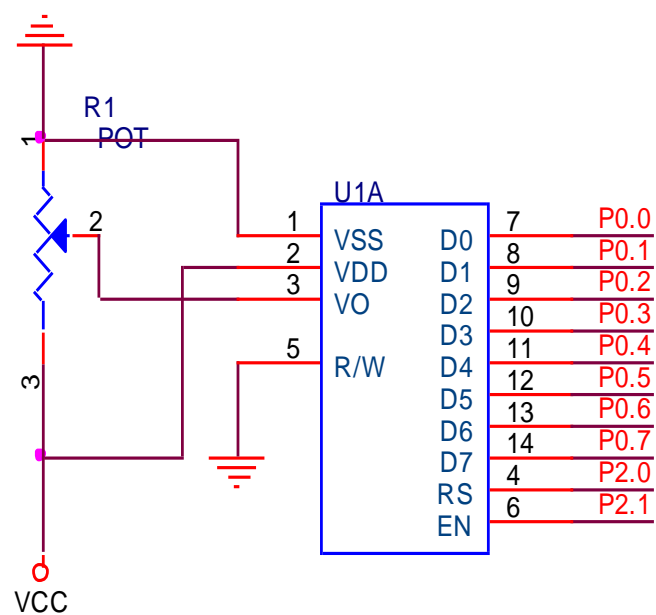
Gambar 2. 5 Konfigurasi Pin ATmega328[10]

Konfigurasi pin ATmega328 dengan kemasan 28 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada gambar di atas. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega328 sebagai berikut :

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya
2. GND merupakan pin *Ground*
3. AVCC merupakan pin tegangan catu untuk *A/D converter*
4. AREF merupakan pin tegangan referensi analog untuk ADC
5. Port B (PortB7...PortB0) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
6. Port C (PortC6...PortC0) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
7. Port D (PortD4...PortD0) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.

2.2.4 LCD karakter 2x8

LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun symbol sesuai dengan yang diinginkan. LCD ini juga tersedia dalam bentuk modul yang akan dihubungkan dengan *mikrokontroller*, LCD karakter 2x8 mempunyai lebar 2 baris dan 8 kolom dengan 8 pin konektor. LCD ini membutuhkan arus yang kecil dengan tegangan yang sangat rendah +5 VDC. Pada gambar 2.6 merupakan gambar skematik LCD 2X8

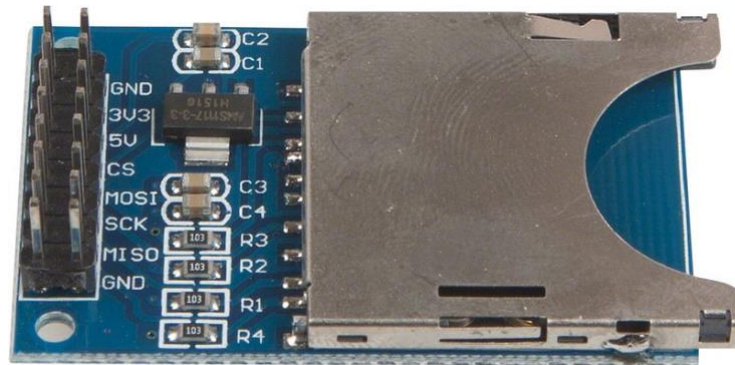


Gambar 2. 6 Skematik LCD Karakter 2x8

2.2.5 Sd card

SD Card Board untuk kartu SD standar. Hal ini memungkinkan sistem untuk menambahkan penyimpanan dan data *logging* untuk penyimpanan data

sistem, sehingga data-data yang dihasilkan dari sistem yang kita buat dapat secara otomatis tersimpan dalam *memory* ini data yang tersimpan pada *sd card* bisa memuat sebanyak yang kita inginkan. Pada gambar 2.7 merupakan gambar modul *Sd Card*.



Gambar 2. 7 *Sd Card*

Fitur modul *Sd Card*:

1. Mendukung kartu *Micro SD*, kartu *Micro SDHC* (kartu kecepatan tinggi)
2. power supply adalah 4.5V ~ 5.5V
3. Empat (4) M2 lubang sekrup posisi untuk kemudahan instalasi
4. *Control Interface* sebanyak enam pin (GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS), GND ke *ground*, VCC adalah *power supply*, MISO, MOSI, SCK adalah *SPI bus*, CS adalah *chip* pilih pin sinyal.

2.2.6 *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Berikut adalah gambar *buzzer*.



Gambar 2. 8 Buzzer[10]

2.2.7 Analisa Data

a. Rata-rata

Rata-rata adalah bilangan yang didapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan tersebut. Rumus rata-rata adalah :

$$\boxed{X' = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : X' = rata – rata
 X_1, \dots, X_n = nilai data
 n = banyak data

b. % Error

Nilai % *error* merupakan nilai persen dari simpangan yang didapatkan dari rumus :

$$\boxed{\% Error = \frac{Y' - (\bar{X})}{Y'} \times 100\%} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :
 Y' = rata-rata data kalibrator

\bar{X} = rata-rata data modul

c. Standart Deviasi

Standart deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran standart penyimpangan dari mean.

Rumus standart deviasi adalah :

$$STD = \sqrt{\frac{(X_1 - X')^2 + (X_2 - X')^2 + \dots + (X_n - X')^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

STD = standart deviasi

X' = rata-rata

X₁, ..., X_n = nilai data

n = banyak data

d. Ketidakpastian

Ketidakpastian adalah perkiraan mengenai hasil pengukuran yang didalamnya terdapat harga yang benar.

$$\text{Ketidakpastian(UA)} = \frac{SD}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

SD = Standart Deviasi

n = Banyaknya data

2.2.8 Baterai

Lithium adalah logam paling ringan dan memiliki potensi elektrokimia yang tinggi. Sifat ini memungkinkan logam lithium untuk mencapai densitas energi dan densitas *power* yang tinggi dan menjadi bahan yang menjanjikan di pasar produksi baterai. Baterai ion lithium memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan baterai sekunder lainnya yaitu ringan, densitas energinya tinggi, tidak memiliki memori *effect*, dapat diisi ulang (*rechargeable*), tahan lama, tegangannya tinggi (4V), ramah lingkungan dan penurunan kapasitas baterai ion lithium rendah sekitar 5% per bulan. Namun, baterai ion lithium masih memiliki kekurangan diantaranya sangat sensitif terhadap suhu tinggi dan biayanya lebih tinggi dibandingkan dengan baterai yang sudah ada [14].

1. Rumus Indikator Baterai

Pada modul alat terdapat indikator baterai untuk menampilkan indikator baterai diperlukan sensor pembagi tegangan yang terdiri dari 2 resistor yang dihubungkan secara seri. Untuk mengetahui rumus pembagi tegangan pada alat dapat dilihat pada rumus 2.5.

Rumus:

$$\boxed{\text{Pembagi Tegangan} = \frac{R_{ground}}{R_{total}} \times 4\text{v}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dikarenakan rangkaian seri memiliki sifat $I_1=I_2$ tetapi memiliki tegangan yang berbeda maka langkah selanjutnya mencari nilai tegangan pada resistor. Untuk mengetahui nilai tegangannya dapat dilihat pada rumus 2.6.

Rumus:

$$VR2 = \frac{R2}{Rtotal} \times 4v \dots\dots\dots(2.6)$$

Arus pada rangkaian seri bernilai sama, semakin besar resistansi maka tegangannya semakin besar, jika nilai tegangan telah diketahui maka langkah selanjutnya mencari nilai ADC. Untuk mengetahui nilai ADC dapat dilihat pada rumus 2.7.

Rumus:

$$ADC = \frac{Vinput}{Vref} \times 1023 \dots\dots\dots(2.7)$$

Hasil perhitungan dari nilai ADC harus berupa angka bulat, maka langkah selanjutnya mencari nilai *Voutput*. Untuk mengetahui nilai *outputan* dapat dilihat pada rumus 2.8.

Rumus:

$$Vout = \frac{ADC \times Vbatrai}{1023} \dots\dots\dots(2.8)$$

Ketika hasil *output* telah diketahui maka langkah selanjutnya mencari nilai *input* pada baterai. Untuk mengetahui nilai *inputan* dapat dilihat pada rumus 2.9.

Rumus:

$$Vinput = \frac{Vout}{\frac{R2}{R1+R2}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Ketika sudah mendapatkan hasil dari perhitungan *input* dan *output* maka langkah selanjutnya mencari nilai tegangan pada baterai agar dapat diolah pada

program untuk menampilkan indikator baterai dalam satuan (%). Untuk mengetahui nilai tegangannya baterai dapat dilihat pada rumus 2.10.

Rumus;

$$. V_{batrai} = \frac{V_{in}}{\frac{R_2}{R_1+R_2}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Hasil dari tegangan baterai kemudian di *mapping* pada program untuk menentukan indikator baterai dalam satuan (%)

2. Perhitungan Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah ukuran dari muatan yang disimpan oleh baterai, dan ditentukan oleh massa bahan aktif yang terkandung dalam baterai. Kapasitas baterai merupakan jumlah maksimum energi yang dapat diambil dari baterai dalam kondisi tertentu tertentu. Namun, kemampuan penyimpanan sebenarnya energi baterai dapat bervariasi secara signifikan dari kapasitas "nominal" rated, ketika kapasitas baterai sangat bergantung pada usia dan sejarah masa lalu dari baterai, rezim pengisian atau pemakaian dari baterai dan suhu.

Energi listrik yang terdapat pada baterai dapat diisi ulang atau *dicharger* apabila energi yang tersimpang telah habis. Lamanya waktu pada saat baterai menyuplay modul TA dapat dihitung sesuai dengan pengukuran ketahanan baterai berdasarkan perhitungan arus. Untuk mengetahui ketahanan baterai pada alat dapat dilihat pada rumus 2.11.

Rumus:

$$\text{Ketahanan Baterai} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{arus}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Ketika hasil ketahanan baterai telah diketahui maka langkah selanjutnya mencari waktu lama pengisian dapat dilihat pada rumus 2.12.

Rumus:

$$\text{Lama Pengisian} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{1000 \text{ mA}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Kapasitas Baterai yang tertera pada spesifikasi biasanya tidak sesuai dengan kapasitas sebenarnya. Untuk mengetahui kapasitas sebenarnya pada baterai dapat dilihat pada rumus 2.13

Rumus:

$$\text{Kapasitas Energi} = \text{kapasitas baterai} \times V_{\text{baterai}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Ketika hasil kapasitas energi telah diketahui maka langkah selanjutnya mencari nilai kapasitas sebenarnya yang dapat dilihat pada rumus 2.14..

Rumus:

$$\text{Kapasitas Sebenarnya} = \frac{\text{kapasitas energi}}{V_{\text{out}}} \times 90\% \dots\dots\dots(2.14)$$