

BUKU PANDUAN

SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA AIR CONDITIONER DENGAN PENYIMPANAN DATA BERBASIS SPREADSHEET



Moh. Nurus Shobah

211020100010

Dosen Pembimbing

Ir. Arief Wisaksono, MM.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM MONITORING KONSUMSI DAYA AIR CONDITIONER DENGAN PENYIMPANAN DATA BERBASIS SPREADSHEET

Moh. Nurus Shobah

211020100010

Sidoarjo, 11 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik

Elektro



Shazana Dhiya Ayuni S. ST., MT.
NIK/NIP. 19211

Menyetujui,


Dosen Pembimbing



Ir. Arief Wisaksono, MM.
NIK/NIP. 216587

Dekan

Fakultas Sains dan Teknologi



Iswanto, ST., M.MT.
NIK/NIP. 207319

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga manual book ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku panduan ini disusun sebagai acuan bagi pengguna dalam memahami cara pengoperasian, pemeliharaan, serta pemecahan masalah perangkat yang telah dirancang. Diharapkan buku ini dapat membantu pengguna untuk memaksimalkan kinerja perangkat dan meminimalkan kendala selama penggunaannya.

Manual book ini disusun secara sistematis, mulai dari pengenalan komponen, langkah-langkah instalasi, hingga cara pengoperasian perangkat. Setiap bagian disajikan dengan bahasa yang sederhana namun rinci agar mudah dipahami, baik oleh pengguna pemula maupun yang berpengalaman. Kami juga menyertakan panduan pemeliharaan serta troubleshooting dasar untuk membantu pengguna dalam menjaga performa perangkat agar tetap optimal.

Kami berharap buku panduan ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para pengguna dalam mengoperasikan perangkat dengan efisien dan aman. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku panduan ini.

Kami juga sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pengguna agar di masa mendatang buku panduan ini dapat lebih disempurnakan.

Akhir kata, semoga buku panduan ini bermanfaat dan memudahkan pengguna dalam memanfaatkan perangkat dengan optimal.

Penulis

Moh. Nurus Shobah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
PENDAHULUAN.....	1
DESKRIPSI ALAT	2
WIRING DIAGRAM.....	5
LISTING PROGRAM	6
TAMPILAN ALAT	10
CARA PENGOPERASIAN	14
PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN.....	15
TROUBLESHOOTING	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sensor PZEM-004T.....	2
Gambar 2. Mikrokontroler ESP32	2
Gambar 3. LCD I2C 20x4	2
Gambar 4. Adaptor 5V	3
Gambar 5. Casing Black Box.....	3
Gambar 6. Google Spreadsheet.....	4
Gambar 7. Wiring Diagram Sistem.....	5
Gambar 8. Tampilan Depan Casing	10
Gambar 9. Tampilan kanan Casing	10
Gambar 10. Tampilan kiri Casing	11
Gambar 11 tampilan dalam Casing	11
Gambar 12. Tampilan Proses Pengukuran	12
Gambar 13. Tampilan Hasil Pengukuran Pada Google Spreadsheet	12
Gambar 14. Tampilan Notifikasi Alarm Telegram	13

PENDAHULUAN

Air conditioner (AC) adalah perangkat yang dirancang untuk mendinginkan dan mengatur kelembapan udara di dalam ruangan dengan cara mengeluarkan panas dari udara ke luar. Proses ini melibatkan beberapa komponen utama, seperti koil evaporator yang menyerap panas, kompresor yang meningkatkan tekanan dan suhu refrigeran, serta koil kondensor yang membuang panas ke lingkungan luar. Saat udara hangat melewati evaporator, refrigeran menguap dan menyerap panas, kemudian dipadatkan oleh kompresor sebelum dialirkan ke kondensor untuk dibuang. Selain mendinginkan, AC juga mengurangi kelembapan dengan mengondensasi uap air dari udara, sehingga meningkatkan kualitas udara dan kenyamanan. Meskipun AC sangat penting di daerah beriklim panas, kurangnya pemeliharaan rutin dapat menurunkan kinerjanya dan dapat merusak komponen pada AC, sementara keterbatasan dalam pemantauan menyulitkan deteksi masalah yang dapat menyebabkan inkonsistensi dan meningkatkan biaya listrik.

Penggunaan Air Conditioner (AC) yang tinggi di daerah beriklim panas seringkali tidak disertai dengan pemantauan konsumsi daya secara menyeluruh. Hal ini dapat menyebabkan pemborosan energi, lonjakan tagihan listrik, serta berdampak pada lingkungan. Kurangnya sistem monitoring real-time membuat pengguna sulit mengelola penggunaan energi secara efisien. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang mampu memantau konsumsi daya AC secara akurat dan berkala guna meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya operasional, dan mendukung pemeliharaan perangkat secara optimal.

Oleh karena itu, sistem monitoring konsumsi daya AC dengan penyimpanan data berbasis spreadsheet sangat diperlukan untuk membantu pengguna mengelola konsumsi listrik secara efisien. Sistem ini dilengkapi fitur notifikasi melalui Telegram ketika daya mencapai batas tertentu, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan preventif. Selain itu, pencatatan data secara real-time memungkinkan analisis pola penggunaan daya, yang membantu meningkatkan kesadaran pengguna terhadap konsumsi energi dan mendukung penghematan biaya operasional AC secara berkelanjutan.

Dengan adanya sistem ini, pengguna tidak hanya dapat memantau konsumsi daya secara langsung, tetapi juga memperoleh data historis yang tersimpan secara otomatis dalam spreadsheet. Data ini dapat dimanfaatkan untuk analisis jangka panjang, evaluasi efisiensi perangkat, serta perencanaan pemeliharaan secara berkala. Integrasi antara perangkat keras pemantau daya dan layanan cloud seperti spreadsheet juga memberikan kemudahan akses data dari berbagai perangkat, tanpa memerlukan pencatatan manual. Hal ini menjadikan sistem monitoring ini sebagai solusi praktis, efisien, dan tepat guna dalam mendukung pengelolaan energi yang cerdas.

DESKRIPSI ALAT

Sistem monitoring konsumsi daya air conditioner dengan penyimpanan data berbasis spreadsheet yang dirancang dalam penelitian ini adalah sebuah perangkat otomatis yang dirancang untuk memantau konsumsi daya AC secara real-time melalui smartphone dengan integrasi Google Spreadsheet. Selain itu, sistem ini dilengkapi fitur alarm buzzer dan notifikasi otomatis melalui Telegram yang akan mengirimkan peringatan ketika konsumsi daya melebihi ambang batas tertentu, sehingga memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan yang diperlukan. Berikut adalah deskripsi komponen-komponen utama dari alat ini:

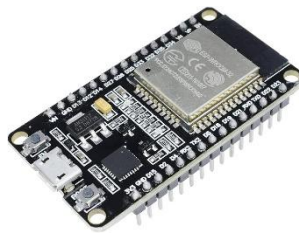
1) Sensor PZEM-004T



Gambar 1. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T berfungsi sebagai komponen utama untuk mengukur parameter kelistrikan dari *Air Conditioner* (AC) secara akurat. Sensor ini mendeteksi tegangan (volt), arus (ampere), daya aktif (watt), serta energi total yang digunakan (kWh) oleh AC. Data dari PZEM-004T kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diproses dan dikirim secara otomatis ke Google Spreadsheet

2) Mikrokontroler ESP32



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 berfungsi sebagai otak utama sistem yang mengelola seluruh proses pemantauan konsumsi daya AC. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor PZEM-004T, memproses informasi seperti tegangan, arus, daya, dan energi, lalu mengirimkannya secara otomatis ke Google Spreadsheet melalui koneksi WiFi yang terintegrasi di dalam modul ESP32.

3) LCD I2C 20x4



Gambar 3. LCD I2C 16x2

Layar LCD (Liquid Crystal Display) dengan antarmuka I2C digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran lebar tread secara langsung kepada pengguna. Tampilan ini memudahkan pengguna untuk mengetahui hasil pengukuran tanpa harus terhubung ke komputer atau perangkat lain. Interface I2C memungkinkan penggunaan pin yang lebih sedikit untuk mengontrol layar, sehingga komponen lain dapat terhubung ke Arduino dengan lebih efisien.

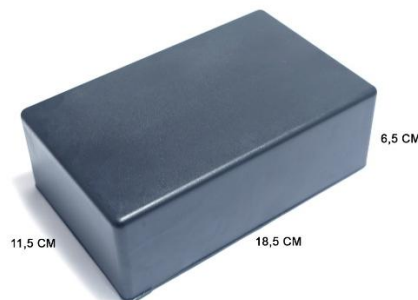
4) Adaptor



Gambar 4. Adaptor 5V

Untuk mendukung operasional alat ini, digunakan sumber daya eksternal untuk menghidupkan ESP32, sensor, dan modul lainnya. Power supply yang digunakan memungkinkan sistem berfungsi secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama, mendukung pemantauan yang stabil dan konsisten.

5) Casing Black Box



Gambar 5. Casing Black Box

Box kotak plastik hitam pada alat berfungsi sebagai casing pelindung untuk rangkaian elektronik di dalamnya. Kotak ini melindungi komponen mikrokontroler dan sensor dari debu, benturan, kelembaban, serta gangguan eksternal lainnya, sekaligus memberikan bentuk yang rapi dan aman saat perangkat digunakan.

6) Google Spreadsheet



Gambar 6. Google Sheets

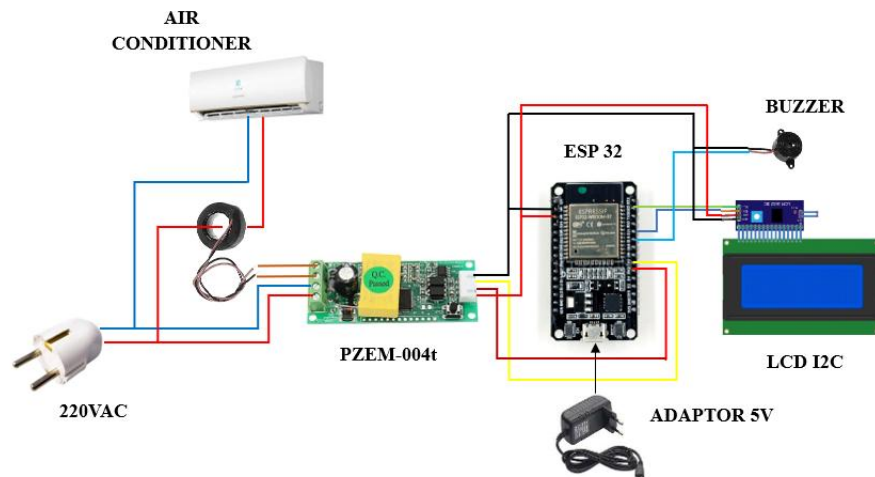
Google Spreadsheet berfungsi sebagai media penyimpanan dan tampilan data konsumsi daya AC secara real-time. Data yang dikirim oleh ESP32 dari sensor PZEM-004T akan otomatis dicatat ke dalam Spreadsheet melalui koneksi internet. Dengan platform ini, pengguna dapat memantau, merekam, dan menganalisis parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan energi secara mudah melalui smartphone atau perangkat lainnya.

Sistem ini bekerja dengan cara sensor mengukur konsumsi daya AC, kemudian data dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. ESP32 selanjutnya mengirimkan data tersebut ke Google Spreadsheet melalui koneksi WiFi untuk pemantauan secara real-time. Jika konsumsi daya melebihi ambang batas, sistem akan mengirim notifikasi otomatis ke pengguna melalui Telegram. Dengan begitu, pengguna dapat memantau dan mengendalikan penggunaan energi AC secara efisien langsung dari smartphone.

WIRING DIAGRAM

1. Wiring Diagram Alat

Wiring diagram dari alat yang dibuat adalah sebagai berikut



Gambar 7. Wiring Diagram Sistem

Gambar 7 tersebut adalah Wiring diagram alat sistem monitoring konsumsi daya listrik AC yang terdiri dari sumber listrik 220VAC, sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, LCD I2C, buzzer, dan adaptor 5V. Sensor PZEM mengukur tegangan dan arus dari AC menggunakan CT dan koneksi langsung ke kabel input, lalu mengirimkan data ke ESP32 melalui komunikasi UART. ESP32 memproses data tersebut untuk menghitung daya dan biaya listrik, menampilkannya di LCD I2C, serta mengaktifkan buzzer jika melebihi batas konsumsi. Seluruh sistem mendapat suplai dari adaptor 5V dan bekerja secara real-time untuk memberikan pemantauan dan peringatan otomatis.

LISTING PROGRAM

Pada proses pemrograman dilakukan menggunakan software arduino ide versi 2.3.6 pada rancang bangun sistem ini menggunakan program yaitu untuk program arduino uno dan program untuk ESP32. Berikut merupakan programnya:

Program Alat

```
// Tambahan library untuk telegram
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoJson.h>

// ----- Wi-Fi -----
const char* ssid      = "Oman";
const char* password = "memed123";

// ----- Google Apps Script -----
String GOOGLE_SCRIPT_ID =
"AKfycbxbxo6UNB_SA0Ms7kwGnPA7BRGof35lh0r6M47Wr2E7TuU-
jUzXYJ4Geva2VSnbK9K-iDUw";

// ----- Telegram -----
String chatId = "1724398264";
String BOTtoken = "7908288499:AAH0_8H7D1TcVOXQ8nSOAJCAu-OhjGz_7Ks";
WiFiClientSecure clientTCP;
UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);
unsigned long bot_lasttime = 0;
const unsigned long BOT_INTERVAL = 10000;

// ----- Periferal -----
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);
PZEM004Tv30 pzem(Serial2, 16, 17); // RX2=16, TX2=17

#define BUTTON_PIN 4
#define BUZZER_PIN 5
#define BUZZ_STEP_WH 1000.0

bool lastButtonState = HIGH;
float last_wh_notified = 0;
float biaya = 0;
```

```

unsigned long lastSendTime = 0;
const unsigned long sendInterval = 10000; // 10 detik

// Nilai terbaru PZEM
float V = 0, I = 0, P = 0, E_kWh = 0, E_Wh = 0;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
    pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT); digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

    lcd.init(); lcd.backlight();
    lcd.print("Monitoring PZEM");

    // Koneksi Wi-Fi
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(300);
        Serial.print(".");
    }
    clientTCP.setInsecure(); // Untuk SSL bebas sertifikat
    lcd.clear(); lcd.print("WiFi Connected");
    delay(1000); lcd.clear();
}

void handleNewMessages(int numNewMessages) {
    for (int i = 0; i < numNewMessages; i++) {
        String msg_chat_id = bot.messages[i].chat_id;
        String text = bot.messages[i].text;

        if (msg_chat_id != chatId) {
            bot.sendMessage(msg_chat_id, "❌ Anda tidak memiliki akses!",
            "");
            continue;
        }

        if (text == "/status") {
            String msg = "📊 *Status Monitoring Daya*\n";
            msg += "• Tegangan : " + String(V, 1) + " V\n";
            msg += "• Arus      : " + String(I, 2) + " A\n";
            msg += "• Daya       : " + String(P, 1) + " W\n";
            msg += "• Energi    : " + String(E_Wh, 0) + " Wh\n";
            msg += "• Biaya     : Rp." + String(biaya, 0);
            bot.sendMessage(chatId, msg, "Markdown");
        }

        if (text == "/start") {

```

```

        String msg = "*Selamat datang di sistem monitoring daya!*\n";
        msg += "Perintah yang tersedia:\n";
        msg += "• /status - Lihat status pemakaian listrik\n";
        msg += "• (Notifikasi otomatis jika >1kWh)";
        bot.sendMessage(chatId, msg, "Markdown");
    }
}

void loop() {
    // Ambil data dari sensor PZEM
    V      = pzem.voltage();
    I      = pzem.current();
    P      = pzem.power();
    E_kWh  = pzem.energy();
    E_Wh   = isnan(E_kWh) ? NAN : E_kWh * 1000;
    if (!isnan(E_Wh)) biaya = E_Wh * 1.45;

    // Tombol reset energi
    bool btn = digitalRead(BUTTON_PIN);
    if (btn == LOW && lastButtonState == HIGH) {
        pzem.resetEnergy();
        last_wh_notified = 0;
        biaya = 0;
        lcd.clear(); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Energi Direset");
        delay(1500); lcd.clear();
    }
    lastButtonState = btn;

    // Buzzer & notifikasi jika > 1 kWh
    if (!isnan(E_Wh) && (E_Wh - last_wh_notified) >= BUZZ_STEP_WH) {
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); delay(1000);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        last_wh_notified += BUZZ_STEP_WH;

        String pesan = "⚠️ *Halo*, Sistem mencatat bahwa konsumsi daya  

        AC anda hari ini _melewati ambang batas 1 kWh._\n\n";
        pesan += "• *Energi* : " + String(E_Wh, 0) + " Wh\n";
        pesan += "• *Harga* : Rp." + String(biaya, 0) + "\n\n";
        pesan += "Mohon periksa ya, agar lebih hemat dan aman!\n";
        pesan += "_Data sudah tersimpan di spreadsheet pemantauan  

        Anda._";
        bot.sendMessage(chatId, pesan, "Markdown");
    }

    // LCD tampil
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("V :");

```

```

isnan(V) ? lcd.print("Err ") : lcd.print(V, 1); lcd.print("V");
lcd.setCursor(11, 0); lcd.print("I :");
isnan(I) ? lcd.print("Err") : lcd.print(I, 2); lcd.print("A");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Daya  :");
isnan(P) ? lcd.print("Err ") : lcd.print(P, 1); lcd.print("W");
lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Energi :");
isnan(E_Wh) ? lcd.print("Err") : lcd.print(E_Wh, 0);
lcd.print("Wh");
  lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("Biaya  :Rp."); lcd.print(biaya,
0);

  // Debug serial
  Serial.printf("V%.2f I%.2f P%.2f E%.0fWh Rp%.0f\n", V, I, P,
E_Wh, biaya);

  // Kirim ke spreadsheet tiap 10 detik
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED && millis() - lastSendTime >=
sendInterval) {
    HTTPClient http;
    String url = "https://script.google.com/macros/s/" +
GOOGLE_SCRIPT_ID + "/exec?" +
      "voltage=" + String(V) +
      "&current=" + String(I) +
      "&power=" + String(P) +
      "&units=" + String(E_kWh) +
      "&biaya=" + String(biaya, 2);
    http.begin(url);
    int httpCode = http.GET();
    if (httpCode == 200) Serial.println("Spreadsheet updated");
    else Serial.println("Error sending to Google Sheet, code: " +
String(httpCode));
    http.end();
    lastSendTime = millis();
  }

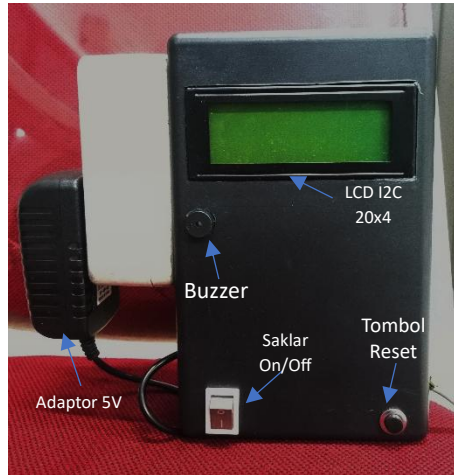
  // Cek pesan Telegram tiap 10 detik
  if (millis() - bot_lasttime > BOT_INTERVAL) {
    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received +
1);
    if (numNewMessages) handleNewMessages(numNewMessages);
    bot_lasttime = millis();
  }

  delay(1000);
}

```

TAMPILAN ALAT

Sistem Monitoring Konsumsi Daya Air Conditioner dengan Penyimpanan Data Berbasis Spreadsheet dirancang pada box project bahan PVC dengan dimensi 18.5 x 11.7 x 6.5 cm .kemudian box projek di lubangi secara rapi untuk tempat komponen yang akan digunakan



Gambar 8. Tampilan Depan Box Project

Gambar 8 tersebut menunjukkan tampilan perangkat monitoring daya AC. Perangkat ini dilengkapi dengan LCD I2C 20x4 untuk menampilkan data, buzzer sebagai alarm peringatan, saklar on/off untuk menghidupkan atau mematikan sistem, tombol reset untuk mengatur ulang, dan adaptor 5V sebagai sumber daya utama perangkat.



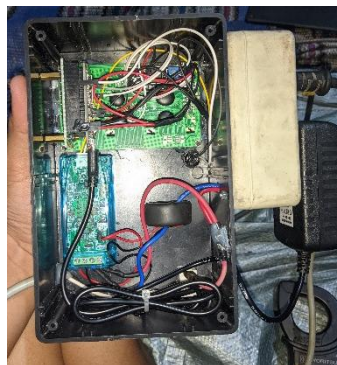
Gambar 9. Tampilan kanan box project

Gambar 9 tersebut menunjukkan pada bagian ini dilubangi untuk kabel power digunakan untuk menghubungkan alat dengan sumber listrik, sensor (seperti PZEM-004T untuk pengukuran daya). Diberi lilin untuk mencegah kabel goyah dan melindungi dari masuknya debu.



Gambar 10. Tampilan kiri box project

Gambar 10 tersebut terdapat stop kontak untuk output beban AC yang berfungsi sebagai jalur input pengukuran daya pada sensor PZEM-004T yang digunakan. Kemudian bawahnya ada Adaptor 5V (Power Supply) masuk ke dalam box yang berfungsi untuk mensupply tegangan 5V ke ESP32.



Gambar 11. tampilan dalam box project

Gambar 11 menunjukkan bagian dalam alat monitoring daya AC. Terlihat Mikrokontroler ESP32 sebagai otak sistem, sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan dan arus, trafo CT melingkar pada kabel fase, serta rangkaian koneksi ke LCD, buzzer, dan tombol. Semua komponen terhubung dalam satu box dan disuplai oleh adaptor 5V.



Gambar 12. Proses Pengukuran

Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran konsumsi daya AC pada LCD. Tercatat tegangan 238,6V, arus 4,29A, daya 1.035,9W, energi terpakai 4,53kWh, dan biaya sebesar Rp716. Data ini menunjukkan bahwa alat berhasil memantau penggunaan listrik AC secara real-time.

1	TANGGAL	JAM	VOLTASE	ARUS	DAYA	KWH	BIAYA
253	02/07/2025	22:18:20	236.20	4.27	983.80	0.95	Rp1371.70
254	02/07/2025	22:18:34	236.30	4.28	984.70	0.95	Rp1378.95
255	02/07/2025	22:18:47	236.30	4.28	984.20	0.95	Rp1384.75
256	02/07/2025	22:19:02	236.00	4.28	983.10	0.96	Rp1390.55
257	02/07/2025	22:19:16	236.00	4.28	982.80	0.96	Rp1396.35
258	02/07/2025	22:19:29	235.90	4.28	983.70	0.97	Rp1400.70
259	02/07/2025	22:19:43	235.90	4.27	981.80	0.97	Rp1406.50
260	02/07/2025	22:19:57	236.30	4.28	985.40	0.97	Rp1412.30
261	02/07/2025	22:20:11	236.30	4.28	983.50	0.98	Rp1416.65
262	02/07/2025	22:20:26	236.40	4.27	983.40	0.98	Rp1423.90
263	02/07/2025	22:20:41	236.30	4.26	980.50	0.99	Rp1428.25
264	02/07/2025	22:20:55	236.20	4.26	980.40	0.99	Rp1434.05
265	02/07/2025	22:21:08	236.80	4.27	982.50	0.99	Rp1439.85
266	02/07/2025	22:21:24	236.50	4.27	982.50	1.00	Rp1445.65
267	02/07/2025	22:21:38	236.70	4.27	982.30	1.00	Rp1451.45

Gambar 13. Tampilan Hasil Pengukuran Pada Spreadsheet

Gambar 13 tersebut menunjukkan tabel hasil pemantauan konsumsi listrik AC secara berkala, yang mencatat tanggal, waktu, tegangan, arus, daya, energi (kWh), dan biaya listrik. Setiap baris merepresentasikan data pada satu waktu tertentu, di mana energi yang digunakan terus bertambah dan biaya listrik dihitung otomatis berdasarkan pemakaian kWh.



Gambar 14. Tampilan Notifikasi Alarm Telegram

Gambar 14 menunjukkan notifikasi alarm dari sistem monitoring konsumsi daya *Air Conditioner* (AC) melalui bot Telegram. Sistem ini memberikan informasi status penggunaan listrik secara real-time saat perintah `/status`` dikirim, dan secara otomatis mengirim notifikasi jika konsumsi energi harian melebihi ambang batas 1 kWh. Notifikasi mencakup data energi, estimasi biaya, peringatan untuk efisiensi, serta konfirmasi bahwa data telah tersimpan di spreadsheet pemantauan.

CARA PENGOPERASIAN

1. Persiapan Awal

- Pastikan semua komponen sudah terpasang dengan benar di dalam box (ESP32, PZEM-004T, LCD I2C, buzzer, tombol, dan saklar).
- Adaptor 5V sudah terhubung ke sumber listrik dan tercolok ke port input alat.
- Sensor PZEM-004T sudah tersambung dengan kabel fase dan netral menuju AC.
- CT (Current Transformer) dipasang melingkar hanya pada kabel fase (jangan dua kabel sekaligus).

2. Menyalakan Alat

- Tekan saklar ON/OFF untuk menyalakan alat.
- Lampu latar pada LCD akan menyala, menandakan alat aktif.
- Modul ESP32 mulai membaca data dari sensor PZEM-004T.

3. Monitoring Data

- LCD I2C 20x4 akan menampilkan data sebagai berikut:
- Tegangan (V): Nilai tegangan dari sumber AC.
- Arus (A): Arus yang mengalir ke unit AC.
- Daya (W): Konsumsi daya sesaat (real-time).
- Energi (kWh): Total energi yang telah dikonsumsi.
- Biaya (Rp): Perkiraan biaya listrik berdasarkan energi yang digunakan.

4. Peringatan Konsumsi Berlebih

- Jika daya listrik melebihi batas tertentu (misalnya di atas 1200W), maka:
- Buzzer akan menyala secara otomatis sebagai peringatan.
- Pengiriman notifikasi Telegram secara otomatis sebagai peringatan
- Hal ini menandakan konsumsi listrik AC sedang tinggi.

5. Reset Data (Opsional)

- Tekan Tombol Reset untuk:
- Menghapus data energi dan biaya.
- Mengulang perhitungan dari nol tanpa mematikan alat.
- Gunakan tombol ini jika ingin memantau dari awal setelah periode penggunaan tertentu.

6. Mematikan Alat

- Tekan kembali saklar ON/OFF ke posisi OFF.
- Semua tampilan akan mati, termasuk LCD dan buzzer.
- Pastikan adaptor dilepas jika alat tidak akan digunakan dalam waktu lama.

PEMELIHARAAN DAN PERAWATAN

1. Pemeliharaan Rutin (Harian / Mingguan)

a. Pengecekan Tampilan LCD

- Pastikan layar LCD I2C menyala dengan jelas dan menampilkan data secara lengkap (tegangan, arus, daya, energi, dan biaya).
- Jika layar berkedip atau tidak menampilkan data, periksa sambungan kabel SDA/SCL dan tegangan VCC/GND.

b. Kondisi Buzzer

- Uji buzzer dengan membebani AC secara lebih tinggi hingga batas konsumsi terlampaui, untuk memastikan fungsi peringatan masih bekerja.
- Jika tidak berbunyi, periksa jalur koneksi buzzer ke pin digital ESP32 dan pastikan tidak ada kabel terlepas.

c. Kebersihan Alat

- Bersihkan bagian luar box alat dari debu menggunakan lap kering.
- Jangan menggunakan cairan pembersih atau lap basah agar tidak merusak sirkuit elektronik.

2. Perawatan Berkala (Bulanan)

a. Pemeriksaan Sambungan Kabel

- Buka penutup box dan cek semua kabel (data, daya, dan sensor) apakah masih terpasang kuat dan tidak longgar.
- Gunakan obeng kecil atau solder untuk mengencangkan atau memperbaiki kabel jika ada yang longgar.

b. Pemeriksaan Sensor PZEM-004T dan CT

- Pastikan sensor PZEM-004T tidak mengalami panas berlebih atau korsleting.
- Periksa CT (Current Transformer) agar tetap melingkar rapi pada kabel fase dan tidak terjepit atau goyang.
- Jangan sampai CT terpasang pada dua kabel (fase dan netral), karena akan menghasilkan pembacaan yang salah.

c. Uji Kalibrasi (Opsional)

- Bandingkan hasil pengukuran alat dengan multimeter digital atau clamp meter untuk memastikan akurasi sensor arus dan tegangan.
- Jika ada selisih besar, bisa jadi sensor perlu diganti atau dikalibrasi ulang melalui program ESP32.

3. Perawatan Adaptor dan Catu Daya

a. Pemeriksaan Adaptor 5V

- Pastikan adaptor tidak panas berlebihan saat digunakan dalam waktu lama.
- Hindari penggunaan adaptor yang longgar atau kabel putus-putus.
- Jika tegangan output tidak stabil (kurang dari 5V), segera ganti adaptor untuk mencegah kerusakan modul ESP32.

b. Pemeriksaan Konsumsi Daya Sistem

- Cek apakah ESP32 dan LCD bekerja stabil selama pengoperasian.
- Jika sering restart sendiri, kemungkinan tegangan drop – ganti adaptor dengan daya minimal 2A.

4. Tips Keamanan Operasional

a. Selalu cabut adaptor sebelum membuka box alat.

- Hindari menyentuh area solder atau jalur listrik saat alat menyala.
- Jangan meletakkan alat di dekat sumber air, panas berlebih, atau getaran.

TROUBLESHOOTING

1. Jika sensor PZEM-004 tidak berfungsi atau layar LCD tidak menampilkan hasil, periksa koneksi kabel sensor dan pastikan sensor berfungsi dengan baik.
2. Jika data tidak terkirim ke Google Spreadsheets, pastikan modul ESP32 terhubung dengan Wi-Fi yang benar dan memiliki akses internet.
3. Jika layar LCD tidak menyala, periksa koneksi ke LCD , serta pastikan catu daya bekerja dengan baik.