

BAB IV

PROSES PEMBUATAN ALAT

4.1 Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan perangkat keras pada sistem monitoring panel surya dilakukan melalui beberapa tahapan terstruktur, mulai dari persiapan komponen, perancangan rangkaian, hingga proses perakitan dan pengujian. Seluruh tahapan ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem yang mampu membaca dan mengirimkan data dari dua jenis panel surya—monocrystalline dan polycrystalline—secara real-time dan terintegrasi.

Langkah pertama dimulai dengan identifikasi kebutuhan sistem dan pemilihan komponen. Komponen utama yang digunakan antara lain mikrokontroler ESP32, sensor tegangan, sensor arus, sensor suhu dan kelembaban, sensor intensitas cahaya, modul RTC (Real-Time Clock), serta modul GPS untuk pencatatan lokasi. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan modul step-down (buck converter) LM2596 untuk mengatur suplai tegangan dari panel surya agar sesuai dengan kebutuhan ESP32 dan sensor lainnya.

Setelah semua komponen tersedia, dilakukan perancangan skematik rangkaian menggunakan software bantu seperti Fritzing. Skematik ini kemudian menjadi dasar dalam proses penyolderan komponen pada papan PCB. Setiap komponen dihubungkan dengan teliti sesuai diagram wiring yang telah dirancang sebelumnya, dengan memperhatikan kompatibilitas pin dan tegangan operasi masing-masing modul.

Proses perakitan dimulai dari pemasangan sensor tegangan dan arus pada masing-masing panel surya, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan sensor lingkungan (DHT22 dan BH1750) di sekitar panel untuk membaca suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Modul RTC DS3231 dan GPS Neo-6M juga disusun sedemikian rupa agar tidak terpengaruh oleh interferensi sinyal dan tetap menjaga akurasi pembacaan waktu dan lokasi.

Selanjutnya, semua komponen disusun ke dalam wadah atau box pelindung yang dipasang pada struktur mounting. Penataan ini dilakukan agar rangkaian aman

dari gangguan cuaca dan mudah dalam proses pemeliharaan. Setelah seluruh bagian dirakit, dilakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan setiap sensor berfungsi dengan baik dan data dapat dikirim ke cloud melalui jaringan Wi-Fi.

Proses pembuatan perangkat keras ini menjadi tahap krusial dalam pembangunan sistem monitoring, karena keberhasilan pengukuran dan pengiriman data sangat bergantung pada stabilitas dan akurasi koneksi antar komponen. Oleh karena itu, setiap tahapan dilaksanakan secara hati-hati dan diuji secara bertahap sebelum sistem digunakan dalam pengujian lapangan.

4.1.1 Alat dan bahan

Proses selanjutnya yaitu melakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk perancangan sistem yang telah dibuat. Berikut daftar bahan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Panel Surya Monocrystalline 50 WP	1 unit
2	Panel Surya Polycrystalline 50 WP	1 unit
3	Mikrokontroler ESP32	1 unit
4	Sensor Arus ACS712 20A	2 unit
5	Sensor Tegangan DC 0–25V	2 unit
6	Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22	1 unit
7	Sensor Intensitas Cahaya BH1750	2 unit
8	Modul RTC DS3231	1 unit
9	Modul GPS Neo-6M	1 unit
10	Modul Power Supply LM2596 (Buck Converter)	1 unit
11	PCB (Printed Circuit Board)	1 buah
12	Kabel Jumper / Male-Female	±30 buah
13	Resistor (termasuk pull-up 10kΩ)	4 buah
14	Box Komponen / Enclosure	1 buah
15	Struktur Mounting Panel Surya	1 set

16	Adaptor 12V DC (sumber daya cadangan)	1 unit
----	---------------------------------------	--------

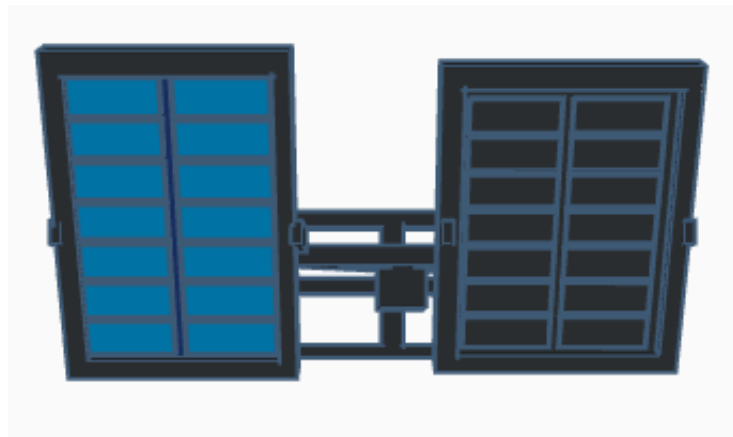
Pada tabel 4.1 merupakan alat yang digunakan untuk pembuatan perangkat keras (*hardware*) pada alat ini. Pembuatan rangkaian komponen pada alat controlling pressure ini menggunakan komponen seperti yang sudah dilampirkan pada tabel diatas. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan rangkaian keseluruhan :

Tabel 4. 2 Alat yang digunakan

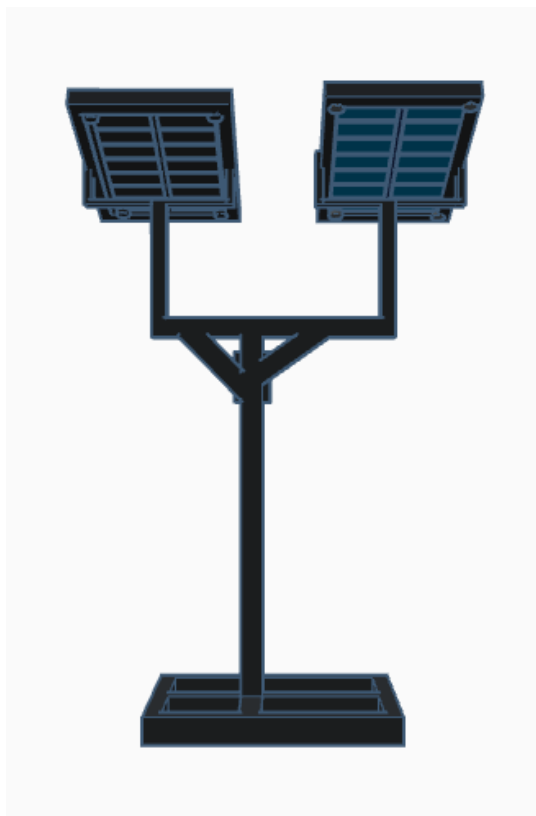
No	Nama Alat	Jumlah
1	Solder elektrik	1 buah
2	Timah Solder	1 gulung
3	Multimeter	1 buah
4	Tang Potong / Tang Lancip	1 buah
5	Obeng Mini (+ dan -)	1 buah
6	Bor Mini (Mini Drill)	1 buah
7	Glue Gun (lem tembak)	1 buah
8	Laptop dengan Arduino IDE	1 buah
9	Breadboard	1 buah
10	Power Supply/Adaptor 12V	1 buah
11	Penggaris dan Pensil Marker	1 set

4.1.2 Langkah-Langkah Pembuatan

Proses pembuatan perangkat keras sistem monitoring diawali dengan menyiapkan seluruh komponen yang tercantum pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua alat dan material telah tersedia dan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Setelah komponen lengkap, tahap berikutnya adalah merakit sistem dengan memasang masing-masing sensor dan modul ke papan hole PCB. Pemasangan dilakukan mengikuti rancangan visualisasi 3D yang telah dibuat sebelumnya, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4.1 berikut



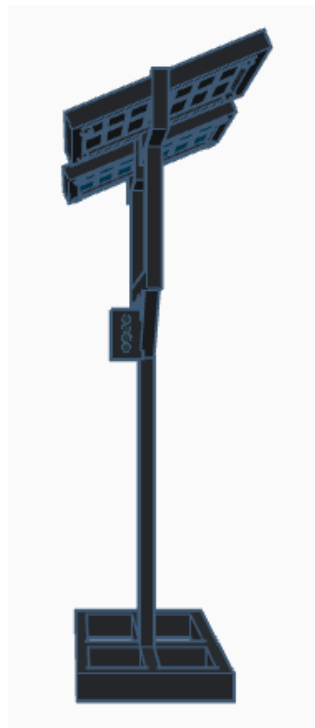
Gambar 4. 1 Design Tampak Atas



Gambar 4. 2 Design Tampak Belakang



Gambar 4. 3 Design Tampak Depan



Gambar 4. 4 Design Tampak Kanan



Gambar 4. 5 Design Tampak Kiri

Desain ini mencakup tampilan mounting dari berbagai sudut, yang dibuat untuk mempermudah penempatan komponen, panel surya monocrystalline dan panel surya polycrystalline. Mounting dengan tinggi 160 cm dipilih sebagai tempat peletakan panel surya monocrystalline dan panel surya polycrystalline. Lalu box komponen yang dipilih untuk tempat komponen – komponen yang digunakan adalah X7 dengan ukuran $8.5\text{ cm} \times 14.5\text{ cm} \times 21.5\text{ cm}$, lalu box komponen tersebut dilubangkan sampai 7 lubang untuk sensor BH1750, DHT22, 4 kabel + - panel surya, adaptor untuk menstabilkan tegangan dan GPS Neo 6M seperti gambar 4.6 di bawah ini.

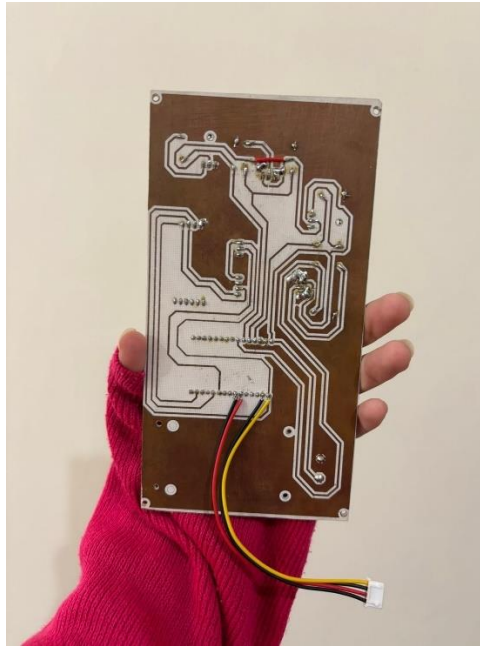


Gambar 4. 6 Box Komponen

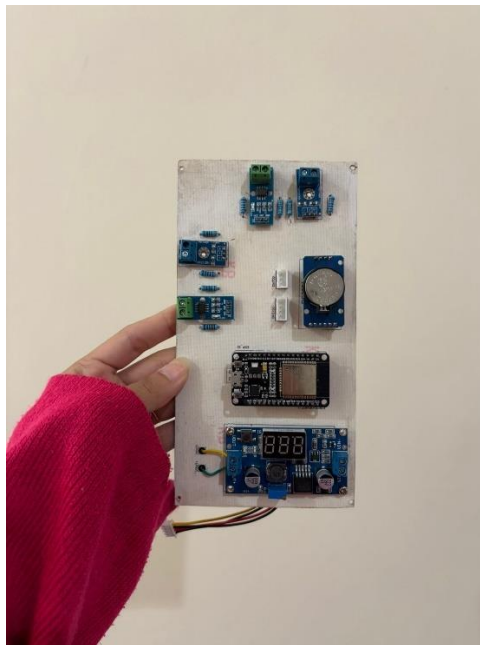
Setiap komponen diposisikan sesuai dengan layout yang telah dirancang guna menjamin fungsi indikator bekerja secara optimal. Setelah itu, proses perakitan komponen utama pada papan PCB dilakukan dengan cermat, dengan tujuan menjaga kerapian susunan serta menghindari kesalahan saat proses penyolderan. Proses ini dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4. 7 Proses Penyolderan



Gambar 4. 8 PCB Tampak Belakang



Gambar 4. 9 PCB Tampak Depan

Komponen inti seperti ESP32 beserta pin input untuk sensor dan suplai daya dipasang di atas papan PCB mengikuti rancangan wiring diagram yang telah disusun sebelumnya. Proses penyolderan dilakukan secara perlahan dan hati-hati

guna memastikan setiap koneksi antar jalur terhubung dengan sempurna, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.7. Seluruh jalur koneksi dalam sistem dirangkai secara teratur sesuai dengan layout yang telah ditentukan, agar semua modul dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kabel-kabel penghubung dipasang antara PCB dan indikator eksternal yang ditempatkan pada box plastik, dengan tujuan agar informasi dari sistem dapat ditampilkan kepada pengguna secara jelas dan akurat.

Setelah pemasangan indikator selesai, sistem eksternal seperti panel surya, adaptor, komponen kepada box komponen mulai dirakit. Komponen mulai dihubungkan satu sama lain menggunakan kabel jumper, adaptor juga dihubungkan agar stabil, kemudian GPS Neo-6M juga ditempelkan pada sisi kiri mounting, serta menyediakan juga thermometer digital apabila cuaca sedang hujan.



Gambar 4. 10 Merakit Panel ke Mounting

Langkah terakhir dari pembuatan perangkat keras yaitu melakukan uji coba secara meluruh untuk memastikan seluruh komponen terpasang dengan benar dan sistem dapat menyala serta berfungsi dengan baik. Uji coba ini dilakukan agar tidak ada kesalahan dalam perakitan yang dapat mengganggu kinerja alat. Gambar 4.11 menunjukkan proses pengecekan akhir untuk memastikan perangkat keras berfungsi optimal.



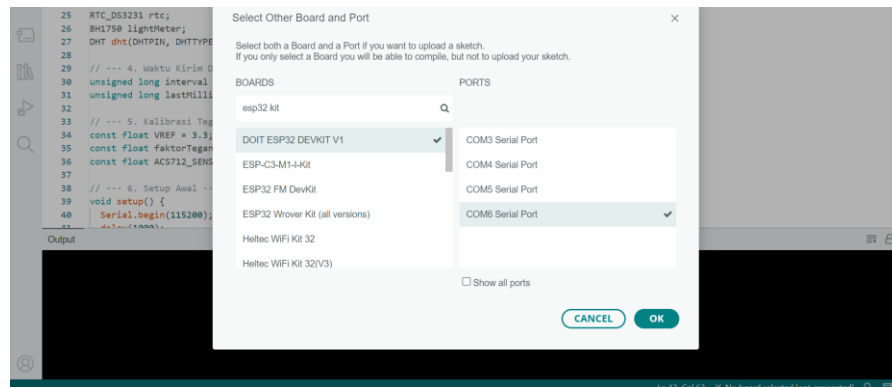
Gambar 4. 11 Pengecekan Alat

4.2 Pembuatan Perangkat Lunak (Software)

Pembuatan perangkat lunak berupa pembuatan pemrograman sistem monitoring dan controlling pressure dari pembacaan sensor sampai dengan output tampilan hasil pembacaan pada platform Google Spreadsheet.

4.2.1 Pembuatan Program pada Arduino IDE

Pada tahap ini, pengembangan perangkat lunak untuk mengoperasikan sistem monitoring dan kontrol tekanan dilakukan dengan memanfaatkan platform Arduino IDE. Langkah awal dimulai dengan membuka aplikasi Arduino IDE yang telah terpasang di komputer. Selanjutnya, dilakukan pengaturan awal dengan memilih jenis board yang sesuai, yaitu DOIT ESP32 DEVKIT V1, melalui opsi *Select Board*. Setelah itu, port komunikasi yang terhubung ke perangkat, seperti COM6, dipilih untuk memastikan koneksi antara mikrokontroler dan komputer berjalan dengan baik. Proses ini ditampilkan pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4. 12 Pemilihan Board dan Port ESP32

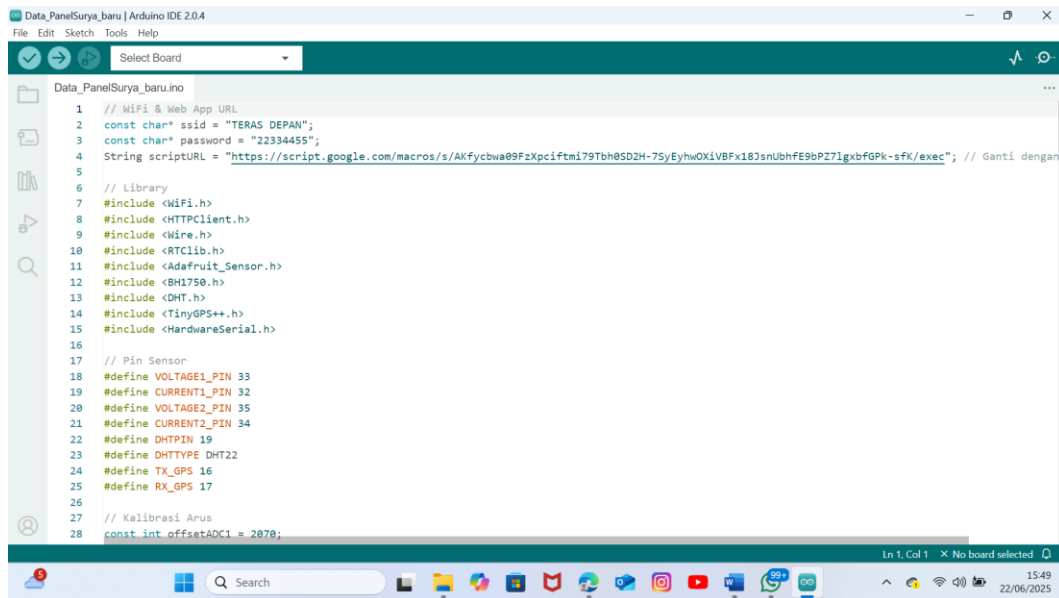
Langkah berikutnya adalah mengimpor Pustaka (library) yang dibutuhkan untuk mendukung kerja sensor dan actuator pada sistem. Pustaka library seperti WiFi.h, Wire.h, RTCLib.h, Adafruit_Sensor.h, BH1750.h DHT.h, TinyGPS++.h, dan HardwareSerial.h. Pustaka tersebut digunakan untuk memastikan kompatibilitas perangkat keras dengan program yang dibuat. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa program dapat berjalan secara optimal sesuai dengan konfigurasi yang disediakan oleh pembuat library. Contoh proses impor pustaka ditampilkan pada Gambar 4.13.

```
// Library
#include <time.h>
#include <WiFi.h>
#include <HttpClient.h>
#include <Wire.h>
#include <RTCLib.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <BH1750.h>
#include <DHT.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <HardwareSerial.h>
```

Gambar 4. 13 Library pada Arduino IDE

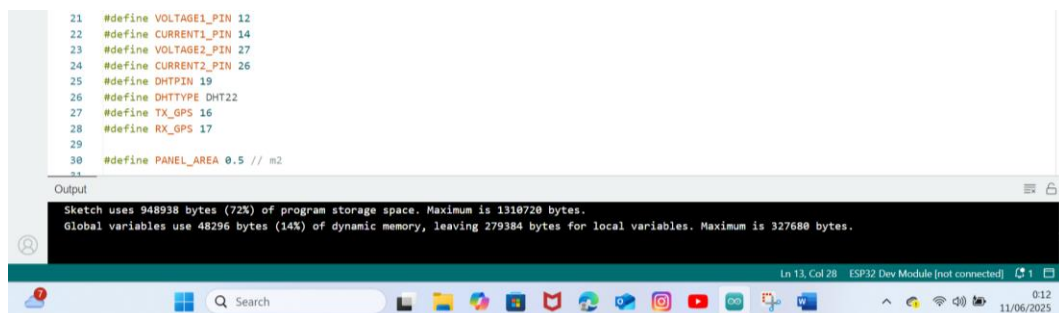
Setelah proses impor pustaka selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah menyusun program untuk membaca data dari sensor dan mengatur kerja sistem secara keseluruhan. Sebagai ilustrasi, penulisan kode untuk membaca nilai tekanan dan mengendalikan modul relay dilakukan pada area kerja (*sketch*) di Arduino IDE.

Penting untuk memastikan bahwa seluruh pustaka telah terpasang dengan benar agar proses kompilasi berjalan lancar tanpa muncul kesalahan. Penjelasan mengenai proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Penulisan Program Pada Arduino IDE

Langkah selanjutnya adalah melakukan inisialisasi terhadap komponen dan variabel yang akan digunakan dalam program. Setelah seluruh kode selesai ditulis, proses verifikasi dapat dilakukan dengan menekan tombol *Verify* yang terletak di bagian kiri atas tampilan Arduino IDE. Tahapan ini berguna untuk memastikan bahwa tidak terdapat kesalahan sintaks dalam program. Apabila ditemukan eror, sistem akan menampilkan pesan kesalahan beserta letak baris yang bermasalah, sehingga memudahkan proses identifikasi dan perbaikan. Hasil dari proses verifikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Inisialisasi Komponen dan Variabel

Setelah proses verifikasi berhasil tanpa ditemukan kesalahan, tahap akhir yang dilakukan adalah mengirimkan (*upload*) program ke board ESP32. Pengunggahan ini dilakukan dengan menekan tombol *Upload* pada Arduino IDE. Jika proses berhasil, akan muncul notifikasi *Done Uploading* yang menandakan bahwa kode telah berhasil dikirim ke perangkat dan siap dijalankan. Proses pengunggahan ini dapat dilihat secara visual pada Gambar 4.12.

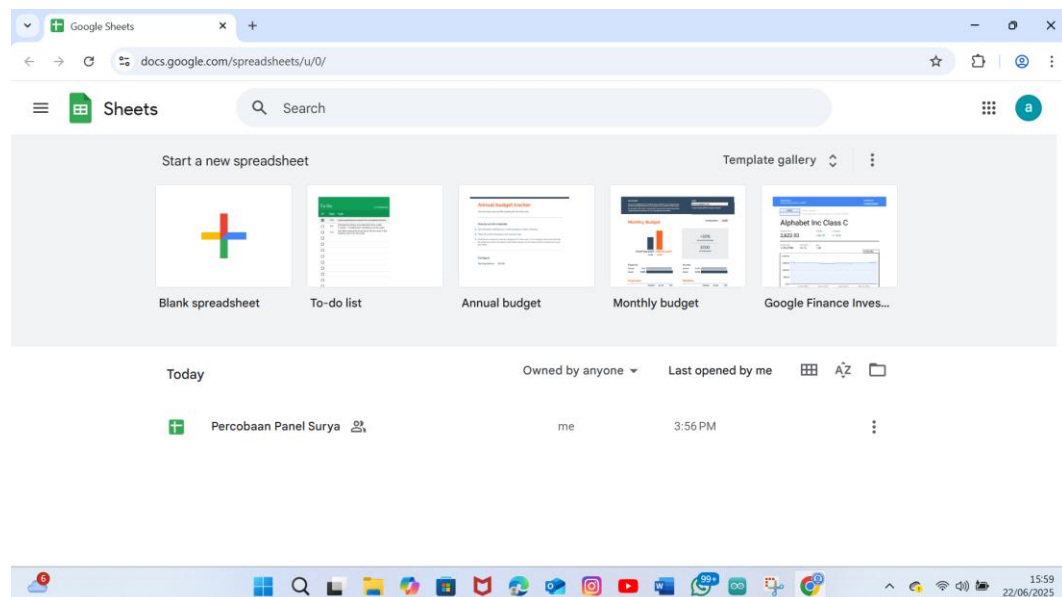
4.2.2 Menghubungkan dengan platform Google Spreadsheet

Untuk melakukan monitoring data sensor secara otomatis dan menyimpannya ke Google Spreadsheet, dilakukan serangkaian langkah perangkat lunak sebagai berikut :

1. Menyiapkan Spreadsheet di Google Sheets

- Buka Google Sheets dan buka dokumen baru
- Buka header kolom sesuai kebutuhan, yang saya gunakan :

Waktu | Tegangan Monocrystalline | Arus Monocrystalline | Daya Monocrystalline | Efisiensi Monocrystalline | Tegangan Polycrystalline | Arus Polycrystalline | Daya Polycrystalline | Efisiensi Polycrystalline | Suhu | Kelembapan | Intensitas Cahaya | Latitude | Longitude



Gambar 4. 16 Halaman Dokumen Baru

2. Membuat Google Apps Script

- Klik menu *Extensions > Apps Script*
- Ganti nama project (Perbandingan Panel Surya)
- Hapus semua kode awal, lalu tempelkan script berikut :

```
function doGet(e) {
    var sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet().getSheetByName("Raw_data");
    if (!sheet) return ContentService.createTextOutput("✗ Sheet tidak ditemukan!");

    var now = new Date();
    var waktuGabung = Utilities.formatDate(now, Session.getScriptTimeZone(), "M/d/yyyy
    HH:mm:ss");

    var data = [
        waktuGabung,
        e.parameter.v1,
        e.parameter.i1,
        e.parameter.daya1,
        e.parameter.ef1,
        e.parameter.v2,
        e.parameter.i2,
        e.parameter.daya2,
        e.parameter.ef2,
        e.parameter.suhu,
        e.parameter.hum,
        e.parameter.lux,
        e.parameter.lat,
        e.parameter.lng
    ];

    sheet.appendRow(data);
    return ContentService.createTextOutput("☑ Data Masuk");
}
```

- Klik *> Save*, lalu pilih *Deploy > Manage deployments*.
- Klik *New Deployment*, pilih *Web App*

- Isi nama, atur :
 - Execute as : Me
 - Who has access : Anyone
- Klik Deploy, izinkan akses, lalu salin URL Web App yang muncul
https://script.google.com/macros/s/AKfycbzn2c_3fCZIwcTc6eAW5lqh_vKpb1h6OcSMS-Y298sNzomu_IB0LxEMYA5OOakq1lXO/exec

3. Pemrograman ESP

- Buka Arduino IDE, pemrograman yang membaca sensor akan mengirimkan data ke URL Google Script

String scriptURL =

“https://script.google.com/macros/s/AKfycbzn2c_3fCZIwcTc6eAW5lqh_vKpb1h6OcSMS-Y298sNzomu_IB0LxEMYA5OOakq1lXO/exec”