

BAB IV

PEMBUATAN ALAT

4.1 Perencanaan Pembuatan Alat

Sebelum dilakukan pembuatan alat, terlebih dahulu untuk menentukan alat dan bahan apa saja yang diperlukan untuk menghasilkan kinerja yang efisien dan optimal. Perencanaan tersebut mencakup perhitungan daya listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem. Perencanaan tersebut bertujuan agar pada proses pembuatan tidak terjadi kesalahan membeli bahan atau pun kesalahan spesifikasi yang bisa mempengaruhi kinerja alat.

4.1.1 Perhitungan Daya Listrik

Sebelum menghitung kebutuhan kapasitas modul panel surya, diperlukan perhitungan terhadap kebutuhan daya pada sistem yang berlangsung antara pukul 07.00 hingga 17.00 WIB, mengingat daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya tidak selalu dalam kondisi stabil. Hal ini disebabkan karena durasi optimal penyinaran sinar matahari umumnya hanya berlangsung selama 5 hingga 6 jam per hari. Berikut tabel 4-1 Konsumsi daya pada sistem yang dibutuhkan.

Tabel 4-1 Penggunaan Daya Pada Sistem

No	Nama Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya $V \times I$ (W)
1	Mikrokontroler ESP32 + DC Konverter	12	0,1	1,2
2	Modem Wi-Fi + DC Konverter	12	0,26	3,12
3	Pengisian Baterai 6 jam	12	0,357	4,284
Total Daya Pada Sistem (<i>Watt Peak</i>)				8,604

Dari tabel 4-1 didapatkan kebutuhan daya pada sistem sebesar 8,604 watt, jadi untuk memenuhi kebutuhan daya listrik pada sistem membutuhkan modul panel surya dengan kapasitas minimal 10 Watt atau 10 Wp.

4.1.2 Perhitungan Kapasitas Baterai

Untuk memastikan ESP32 DEVKIT V1 dan modem Wi-Fi dapat beroperasi secara terus menerus selama 14 jam, yaitu mulai pukul 17.00 WIB hingga keesokan harinya pukul 07.00 WIB, diperlukan perhitungan kapasitas baterai yang cukup. Kapasitas minimum baterai yang dibutuhkan untuk menghidupkan ESP32 DEVKIT V1 dan Modem adalah sebagai berikut:

Tabel 4-2 Penggunaan Daya Operasional Pada Sistem

No	Nama Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya $V \times I$ (W)
1	Mikrokontroler ESP32 + DC Konverter	12	0,02	0,24
2	Modem Wi-Fi + DC Konverter	12	0,08	0,96
Total Daya Operasional Pada Sistem (Watt)				1,2

Tabel 4-2 merupakan penggunaan daya operasional yang dibutuhkan ESP32 DEVKIT V1 dan modem Wi-Fi dapat beroperasi secara terus menerus selama 14 jam, yaitu mulai pukul 17.00 WIB hingga keesokan harinya pukul 07.00 WIB. Berikut perhitungan konsumsi energi selama 14 jam.

$$\text{Energi (Wh)} = \text{Total Daya Listrik (W)} \times \text{Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi (Wh)} &= 1,2 \text{ Watt} \times 14 \text{ Jam} \\ &= 16,8 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan penggunaan daya pada sistem selama 14 jam sebesar 16,8 Wh, nilai Wh jarang digunakan pada spesifikasi baterai yaitu mAh. Oleh Karena itu diperlukan konversi kedalam mAh

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas (mAh)} &= \frac{\text{Total Energi (Wh)} \times 1000}{\text{Tegangan Baterai (V)}} \\ \text{Kapasitas (mAh)} &= \frac{16,8 \text{ Wh} \times 1000}{12 \text{ V}} \\ &= 1400 \text{ mAh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan kapasitas sebesar 1400 mAh nilai ini belum dapat digunakan dikarenakan konversi energi kimia pada baterai tidak bisa 100% menjadi energi listrik. Untuk menghitung konversi tersebut dibutuhkan acuan datasheet terkait efektifitas konversi energi. Umumnya konversi energi baterai berkisar 80% sampai 95% untuk perancangan, nilai terendah digunakan untukantisipasi konversi yang rendah. Berikut perhitungan kapasitas baterai dengan konversi energi terendah.

$$\text{Kapasitas Baterai (mAh)} = \frac{\text{Total Kapasitas}}{80\% - 95\%}$$

$$\text{Kapasitas Baterai (mAh)} = \frac{1400 \text{ mAh}}{80\%}$$

$$\text{Kapasitas Baterai (mAh)} = 1750 \text{ mAh}$$

Jadi, untuk menghidupkan sistem secara optimal pada malam hari dibutuhkan minimal kapasitas baterai 12 Volt sebesar 1750 mAh

4.2 Alat dan Bahan

Setelah data dari perhitungan diperoleh, berikut alat-alat yang digunakan untuk mempermudah perakitan atau pembuatan alat dan pengukuran pada rangkaian terlampir pada tabel 4-3.

Tabel 4-3 Alat yang Digunakan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Solder	Taffware CS-31, 65 Watt	1 Buah
2	Mesin Bor	H&L 10RE, 450 Watt	1 Buah
3	Mata Bor	1 mm, 3mm, 5mm, 8mm	@ 1 Buah
4	Mesin Gerinda	Bosch GWS-060, 680 Watt	1 Buah
5	Mata Gerinda	Besi WD T41	1 Buah
6	Penggaris	30 cm	1 Buah
7	Obeng Plus	Freed 17150A 75 mm	1 Buah
8	Obeng Min	Freed 17151A 75 mm	1 Buah
9	Multimeter	Aneng SZ-304	1 Buah

10	Thermometer Gun	Taffware GM320	1 Buah
11	Kuas Cat	2 inch	1 Buah
12	Printer Laser	LBP6030, 350 Watt	1 Buah
13	Setrika	350 Watt	1 Buah
14	Mata Roofing Bor	8 mm	1 Buah
15	Cutter	Kenko L-500	1 Buah
16	Meteran	3 meter	1 Buah

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem peringatan pergerakan tanah longsor terlampir pada tabel 4-4

Tabel 4-4 Bahan yang Digunakan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Papan PCB	20 × 10 cm	1 Buah
2	Flux	Ezren	1 Buah
3	Timah	Paragon	1 Roll
4	Sirine	12 Volt, MS-190m	1 Buah
5	Saklar Tarik	1 Arah dengan Pengunci	3 Buah
6	<i>Mikrokontroller</i>	ESP32 Devkit V1	1 Buah
7	Modem	Telkomsel 4G LTE	1 Buah
8	<i>Solar Charge Controller</i>	10 Ampere	1 Buah
9	Panel Surya	10 Watt Peak	1 Buah
10	Baterai 18650	3500 mah	3 Buah
11	Kabel NYY	1,5 mm	1 Meter
12	Kabel NYAF	1,5 mm	1 Meter
13	Sekrup <i>Roofing</i>	8 mm	12 Buah
14	Cat	<i>Diton Black</i>	1 Kaleng
15	Box Plastik	X5, 14,5 × 9,5 cm	2 Buah
16	Besi Holo	3 × 3 mm	6 Meter
17	Terminal	XH 2,54, 3 pin	1 Buah
18	BMS 3S	40 Ampere	1 Buah
19	Quick Konektor	10 Ampere	5 Buah
20	Terminal Blok	2 pin	1 Buah
21	Spacer Alumunium	2,5 cm	12 Buah
22	Modul Relay	1 Channel, <i>Octocoupler</i>	1 Buah
23	USB <i>Stepdown</i>	5 Volt, 3 Ampere	1 Buah
24	PVC Heatshrink	85 mm	1 Meter

4.3 Pembuatan perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut ini langkah-langkah dalam proses pembuatan alat sebagai berikut.

4.3.1 Pembuatan Rangka

Rangka pada sistem deteksi tanah longsor berfungsi sebagai penempatan komponen- komponen seperti panel surya, baterai, scc, mikrokontroler ESP32 dan sirine. Rangka tersebut terbuat dari besi *hollow galvanis* yang memiliki lapisan tahan karat dengan ketebelan 1mm dengan ukuran 3 cm × 3 cm. Dalam pembuatan sistem membutuhkan 1 batang besi *hollow galvanis* dengan panjang 2 meter. Berikut spesifikasi besi *hollow galvanis* pada tabel 4-5.

Tabel 4-5 Spesifikasi Pembuatan Rangka

Bagian	Jenis Besi	Ukuran
Tiang Vertikal Utama	Hollow Galvanis 30×30 mm	80 cm, 1 buah
Kaki Penopang Bawah	Hollow Galvanis 30×30 mm	40 cm, 2 buah
Penopang Panel Surya	Hollow Galvanis 30×30 mm	25 cm, 1 buah

Pemotongan besi dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan mesin gerinda tangan dengan mata pemotong besi *abrasive* 4 inch. Setelah dilakukan pemotongan besi sesuai dengan ukuran langkah selanjutnya adalah perakitan rangka dengan menggunakan sekrup *roofing* dengan ukuran 8 mm dan panjang 2 cm. Dibutuhkan 6 sekrup *roofing*, 4 sekrup *roofing* sebagai kaki penopang dan 2 sekrup *roofing* sebagai penopang panel surya. Perakitan dikalibrasi dengan *waterpas* agar tiang berdiri tegak lurus. Gambar 4-1 merupakan dokumentasi pembuatan rangka



Gambar 4-1 Pembuatan Rangka

4.3.2 Perakitan Box Panel

Box panel berfungsi sebagai wadah untuk menempatkan berbagai komponen utama, seperti baterai, solar charge controller (SCC), mikrokontroler ESP32, *pull switch*, relay, dan modem. box ini juga berfungsi untuk melindungi komponen dari paparan sinar matahari langsung, debu, serangga, dan air, sehingga komponen dapat bekerja secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan. Box panel yang digunakan terbuat dari bahan plastik tipe X6 dengan dimensi panjang 18 cm, tinggi 11 cm, dan lebar 6 cm. Bagian belakang box dimodifikasi dengan pengurangan panjang sebesar 4 cm pada bagian tengah, untuk memberikan ruang pemasangan rangka besi penyangga. seperti pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2 Pemasangan Box Komponen Pada Rangka

4.3.3 Perakitan Suplai Daya Sistem

Tahap berikutnya adalah perakitan sistem suplai daya yang terdiri dari panel surya, *solar charge controller* (SCC), baterai, dan DC Konverter. Panel surya berfungsi sebagai sumber energi utama yang menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Energi dari panel surya kemudian dialirkan ke SCC untuk mengatur proses pengisian baterai agar tetap stabil dan aman. Baterai digunakan sebagai media penyimpanan energi yang nantinya akan digunakan untuk menyalakan sistem saat tidak ada sinar matahari, terutama pada malam hari. DC konverter digunakan untuk menurunkan tegangan dari 12 Volt menjadi 5 Volt agar sesuai dengan kebutuhan ESP32 dan modul Wi-Fi.



Gambar 4-3 Perakitan Panel Surya



Gambar 4-4 Perakitan SCC dan Baterai

4.3.4 Perakitan Sirine

Langkah selanjutnya adalah pemasangan sirene 12 volt. Sirine berfungsi menghasilkan suara bising untuk menandakan bahaya. Sirene dipasang pada bagian atas rangka, tepat di bawah besi penopang panel surya, seperti pada Gambar 4-5, hal tersebut bertujuan agar suara dapat menyebar lebih jauh. Sirine memiliki diameter sebesar 3 inch. Setelah sirene dipasang langkah berikutnya adalah pemasangan kabel ke relay dengan ukuran diameter kabel sebesar 1,5 mm.



Gambar 4-5 Pemasangan Sirine Pada Rangka

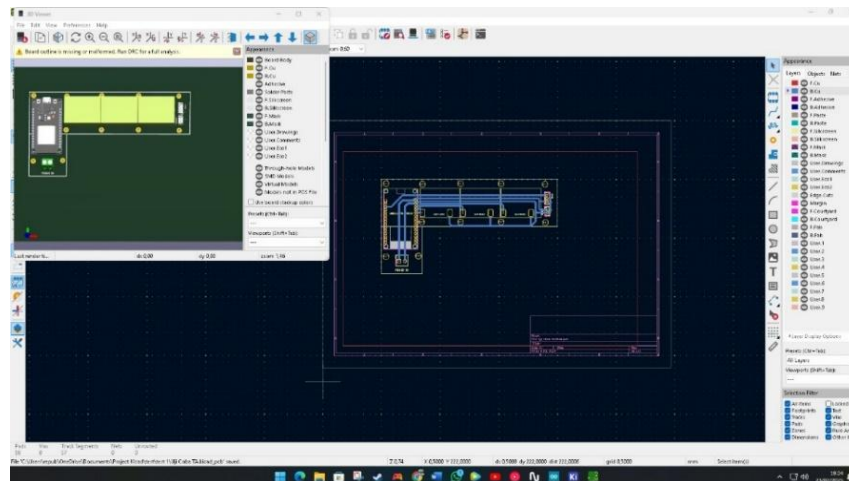
4.3.5 Pembuatan Papan Sirkuit Cetak

Papan circuit cetak atau biasa disebut dengan PCB (Printed Circuit Board) merupakan komponen penting dalam sistem. Papan tersebut berisi jalur-jalur yang menghubungkan *mikrokontroler* ESP32 dengan *pull switch 1 pull switch 2 pull switch 3* sumber daya, dan *control relay*. Dalam pembuatan jalur pada PCB terdapat beberapa langkah :

1. Pembuatan *Schematic* Jalur

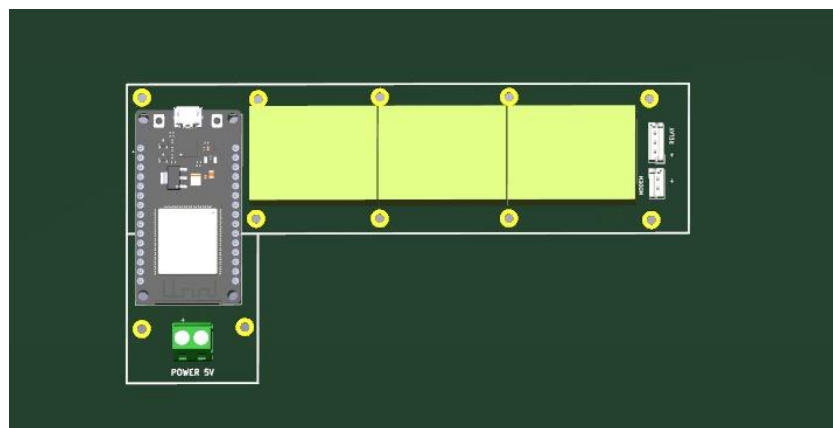
Pembuatan Schematic biasa menggunakan beberapa software seperti Eagle, Easy Eda, Ki Cad dan sebagainya. Pada pembuatan schematic alat tersebut penulis menggunakan Software Ki Cad. Software KiCad memiliki beberapa keunggulan yaitu kemudahan membuat *library* suatu komponen, desain 3d PCB, memiliki fitur yang lengkap dan dapat digunakan tanpa internet. Hal tersebut yang menjadi

kelebihan aplikasi Ki Cad daripada software Eagle dan Easy Eda. Gambar 4-6 merupakan tampilan pada saat pembuatan *schematic* PCB. Pada proses pembuatan desain prosesnya sama dengan *software* lainnya seperti pemilihan komponen seperti gambar 4-6, kemudian menghubungkannya dengan semua komponen sesuai dengan perancangan.

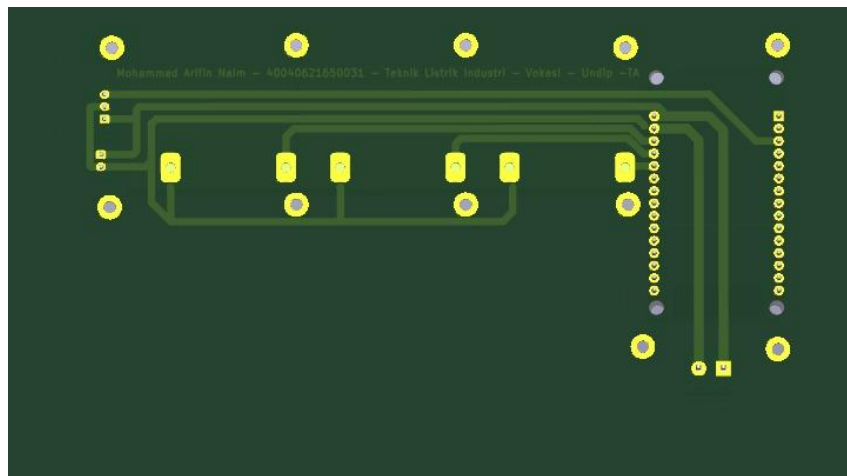


Gambar 4-6 Pembuatan Desain Pada Aplikasi Ki Cad

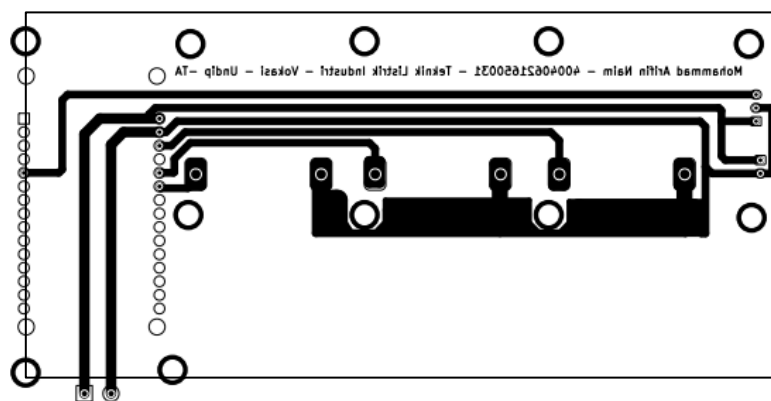
Langkah selanjutnya adalah kita bisa memilih print pada menu gambar printer bagian atas atau CTRL P untuk mengekspor skema ke dalam bentuk PDF (Portable Dokument Format). Berikut Gambar 4-7 sampai Gambar 4-9 merupakan skema dari sistem deteksi tanah longsor.



Gambar 4-7 Desain PCB Dari Depan



Gambar 4-8 Desain PCB Dari Belakang



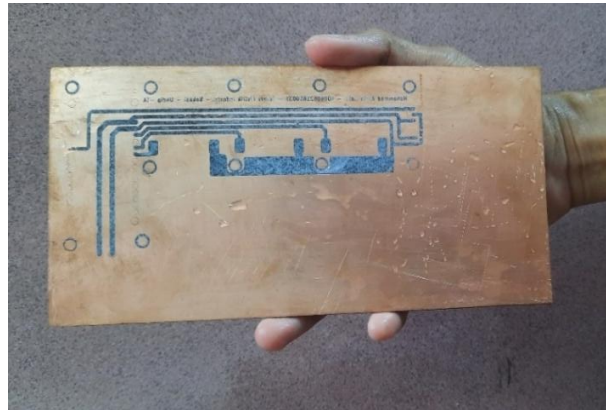
Gambar 4-9 Skematik Jalur Rangkaian

2. Proses pembuatan jalur pada papan sirkuit cetak (PCB)

Proses pembuatan jalur pada papan sirkuit cetak (PCB) dimulai dengan mencetak *layout* rangkaian ke kertas transfer menggunakan printer laser atau printer yang menggunakan tinta toner. Kertas transfer dipilih karena memiliki permukaan yang licin dan mengkilap, sehingga toner dapat menempel dengan baik dan mudah dipindahkan ke permukaan tembaga PCB.

Langkah selanjutnya adalah menempatkan kertas transfer yang telah dicetak di atas permukaan tembaga PCB. Agar posisi kertas tetap stabil dan tidak bergeser saat proses pemindahan, kertas ditempelkan dengan perekat sementara. Proses

transfer jalur dilakukan dengan menggunakan setrika panas pada suhu sekitar 150°C selama kurang lebih 15 menit. Setelah proses pemindahan selesai, PCB direndam ke dalam air untuk melunakkan dan menghilangkan sisa kertas transfer. Hasilnya pada Gambar 4-10, dimana pola jalur rangkaian tercetak dengan jelas di atas permukaan tembaga.



Gambar 4-10 Pembersihan *Print Circuit Board*

Tahap selanjutnya adalah proses etching, yaitu pelarutan tembaga yang tidak tertutup toner menggunakan larutan ferrit klorida (FeCl) yang telah dilarutkan dalam air. Selama proses ini, bagian tembaga yang tidak tertutup jalur akan larut, sedangkan bagian yang tertutup toner tetap utuh, sehingga membentuk jalur konduktif pada PCB. Proses *etching* memerlukan waktu sekitar 5 menit hingga seluruh bagian tembaga yang tidak diperlukan terlarut.



Gambar 4-11 Proses *Etching* PCB

3. Proses pembuatan lubang pada PCB

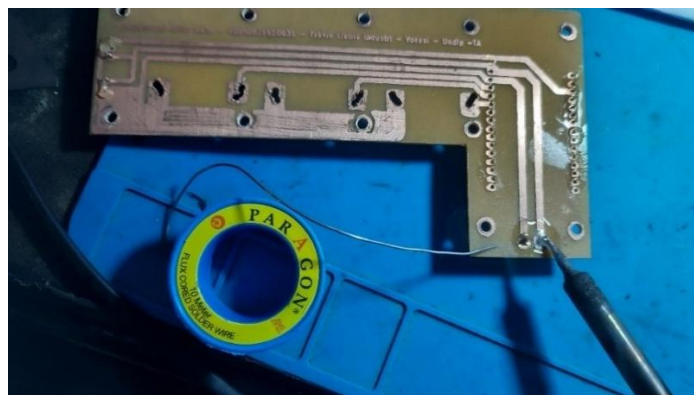
Langkah terakhir adalah pembuatan lubang pada papan PCB untuk menempatkan kaki komponen menggunakan mesin bor dengan diameter mata bor sebesar 0.8 mm dan 1 mm.



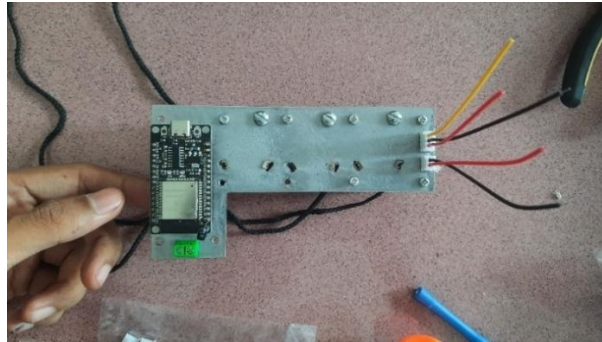
Gambar 4-12 Pembuatan Lubang Pada PCB

4.3.6 Pemasangan Komponen

Setelah papan PCB berlubang selanjutnya adalah memasang komponen mikrokontroler ESP32, konektor relay, *pull switch* dan konektor power. Langkah selanjutnya adalah mensolder kaki-kaki komponen dengan timah. Pada proses ini membutuhkan panas solder berkisar $\pm 200^{\circ}\text{C}$ agar timah dapat menyatu dengan sempurna. Gambar 4-13 merupakan proses solder pada kaki-kaki komponen, kemudian pada Gambar 4-14 komponen telah terpasang pada papan PCB.



Gambar 4-13 Pensolderan Kaki Komponen



Gambar 4-14 Komponen Terpasang

4.3.7 Perakitan Modul ESP32 Dalam Box Panel

Agar modul dapat menahan gaya tarikan yang ditimbulkan oleh pull switch, digunakan spacer sebagai penyangga antara papan modul dan dinding box. Spacer yang digunakan memiliki panjang 3 cm dan terbuat dari bahan aluminium, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4-15. Setelah spacer terpasang, papan modul dimasukkan ke dalam box dan dipasangkan mur untuk memperkuat posisi modul agar tetap stabil saat menerima tarikan dari pull switch. Langkah selanjutnya adalah menyambungkan kabel konektor ke terminal kontrol pada modul relay, serta menghubungkan kabel daya 5 Volt ke terminal power pada modul.



Gambar 4-15 Pemasangan Mikrokontroler ESP32 Kedalam Box

4.3.8 Pemasangan Modulator Demodulator

Supaya ESP32 dapat terhubung ke internet, diperlukan pemasangan modem yang memiliki konektivitas jaringan. Pada proses ini, modem dipasang secara

langsung pada sumber 5 Volt dan diberi kartu SIM (*Subscriber Identity Module*) sebagai akses koneksi internet. Modem kemudian direkatkan pada box seperti yang pada Gambar 4-16.



Gambar 4-16 Perakitan Modem

4.3.9 Pembuatan Mekanik Penarik Sakelar

Langkah ini mencakup pembuatan pasak dan pemasangan kawat penarik sakelar. Pasak tersebut memberikan peranan penting dalam menarik *pull switch*. Pasak ini didesain khusus dengan di beri pegas pada ujung pasak yang dapat melepas kawat penarik sakelar. Tujuannya ketika sakelar tertarik oleh pergerakan tanah, sistem tidak mengalami kerusakan akibat kelebihan gaya tarik seperti pada gambar 4-17.



Gambar 4-17 Mekanisme Pegas Pelepas Lebih Gaya Tarik

4.4 Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk menjalankan suatu sistem pada mikrokontroller diperlukan software yang berisi bahasa-bahasa pemrograman yang akan mengatur kerja dari sistem tersebut. Pada langkah ini terdapat 3 langkah pembuatan yaitu pembuatan bot telegram, pembuatan id chat grup yang berisi akun telegram dari beberapa pengguna dan pembuatan program ESP32.

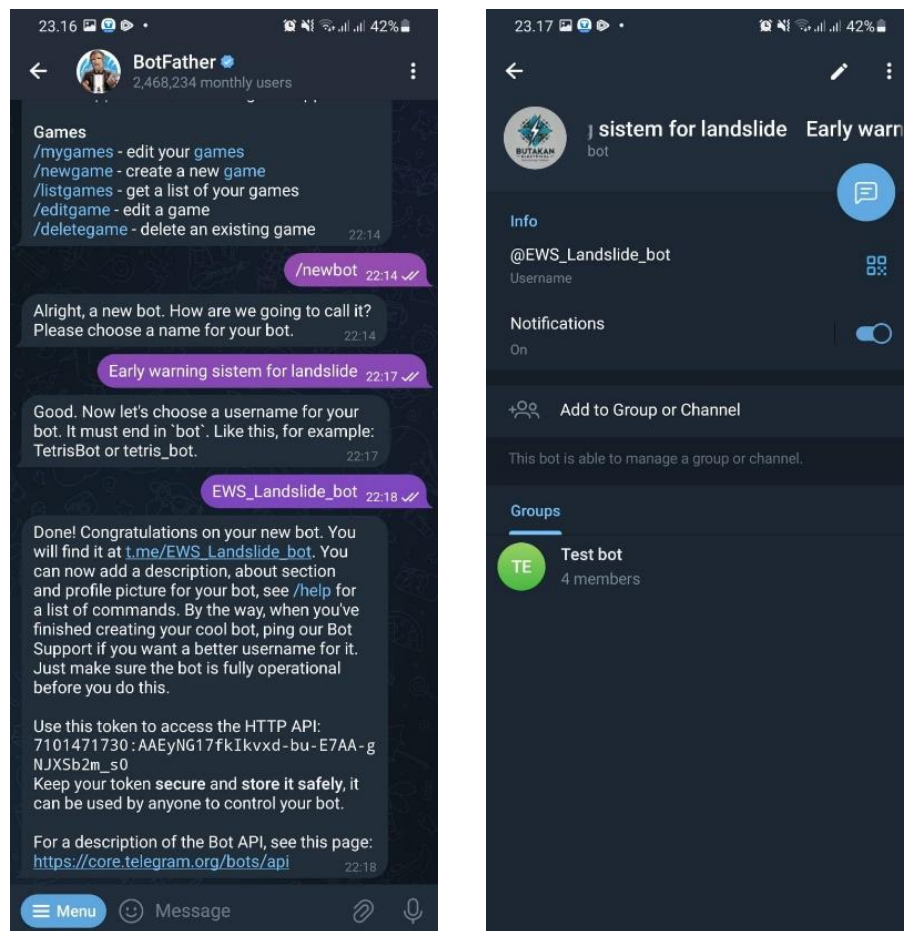
4.4.1 Pembuatan Bot Telegram

Bot telegram merupakan akun virtual telegram otomatis yang menerima dan mengirim pesan pada aplikasi telegram. Bot tersebut yang akan mengirimkan pesan kepada pengguna telegram lainnya. Untuk pembuatan Bot Telegram terdapat beberapa cara diantaranya:

1. Pembuatan Akun Bot Telegram Pada BotFather

@BotFather adalah bot resmi telegram yang digunakan untuk: membuat bot telegram baru, mengatur nama bot, mengatur deskripsi bot, mengatur gambar bot, mengatur perintah bot dan mengelola token (kode akses bot). Dalam sistem tersebut diperlukan akun bot yang digunakan untuk mengirimkan pesan dari mikrokontoler ke pengguna telegram. Untuk langkah pembuatannya seperti pada gambar 4-18 dengan urutan sebagai berikut:

- a) Ketik pada pencarian telegram, cari @BotFather
- b) Hubungi akun tersebut
- c) Pilih /start
- d) Pilih /newbot
- e) Ketik nama bot yang akan digunakan
- f) Selesai

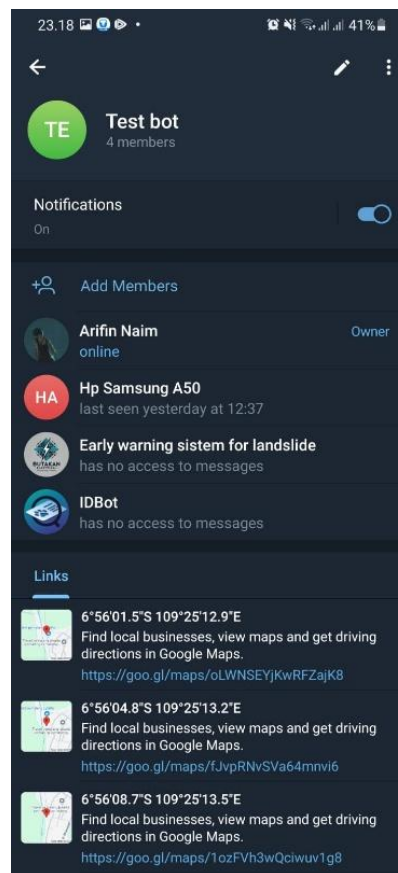


Gambar 4-18 Pembuatan Bot Telegram

Setelah selesai maka akan mendapatkan bot token yang berfungsi sebagai akun yang mengirimkan pesan dari mikrokontroler ESP32.

4.4.2 Pembuatan Chat ID Grup Peringatan Pergerakan Tanah Longsor

Setelah akun bot berhasil dibuat selanjutnya masukkan bot kdelam grup yang berisi beberapa akun pengguna. Grup tersebut memiliki fungsi untuk mengirimkan notifikasi kepada masyarakat di sekitar lokasi rawan longsor secara cepat, tanpa perlu mengirimkan satu persatu pesan ke akun masyarakat dambar 4-19.



Gambar 4-19 Grup Telegram Peringatan Pergerakan Tanah Longsor

Agar akun bot dapat mengirimkan pesan, diperlukan nomer id chat dari suatu grup. Namun id chat grup tersebut tidak bisa langsung terlihat oleh pengguna, cara mendapatkan id chat grup tersebut dengan cara mengirim pesan ke @IDBot. Kemudian diberikan akses ke dalam grup, supaya IDBot tersebut dapat mengidentifikasi id grup tersebut.

4.4.3 Pembuatan Program Mikrokontroler ESP32

Untuk menjalankan suatu rangkaian pada mikrokontroler, mikrokontroler ESP32 tersebut harus diprogram terlebih dahulu. Untuk pemrograman bisa menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui aplikasi Arduino ide yang tersedia pada komputer atau laptop seperti pada gambar 4-20.

4.4.4 Upload Program Mikrokontroler ESP32

Gambar 4-21 Proses Uploas Program Pada Mikrokontroler ESP32