



SURAT KETERANGAN

Nomor: 0075/UN45.2.1/AL.04/PB/2024

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Malikussaleh dengan ini menerangkan bahwa dosen di bawah ini:

Nama : Prof. Dr. Ir. Dahlan Abdullah, M.Kom, IPU, ASEAN Eng
NIDN : 0028027601
Jabatan Fungsional : Profesor
Fakultas : Teknik

bahwa dosen tersebut di atas telah melaporkan data publikasi buku yang ditulis/ikut ditulisnya berikut ini ke LPPM Universitas Malikussaleh:

Judul Buku : DETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR HCSR04
BERBASIS VIRTUINO
Penulis : Dahlan Abdullah, Andik Bintoro, Cut Ita Erliana, Rizky
Almunadiansyah, Muhammad Fauzan
Editor : Dahlan Abdullah
ISBN : 978-623-09-7150-1
Jumlah Halaman : 90
Penerbit : SEFA MEDIA UTAMA
Tahun : 2023

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk keperluan pengusulan dalam pelaporan beban kinerja dosen.

Lhokseumawe, 20 Februari 2024

Ketua,



Dr. Ir. Mawardati, M.Si.

NIP 196608232001122001



DETEKSI BANJIR

MENGGUNAKAN **SENSOR HC-SR04**
BERBASIS VIRTUINO

- Dahlan Abdullah
- Andik Bintoro
- Rizky Almunadiansyah
- Cut Ita Erliana
- Muhammad Fauzan

Dahlan Abdullah
Andik Bintoro
Cut Ita Erliana
Muhammad Fauzan
Rizky Almunadiansyah

**DETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR HC-
SR04 BERBASIS VIRTUINO**

Diterbitkan Oleh:



**SEFA MEDIA
UTAMA**

CV. SEFA MEDIA UTAMA - ACEH

2023

DETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR HC-SR04 BERBASIS VIRTUINO

Penulis : Dahlan Abdullah
Andik Bintoro
Cut Ita Erliana
Muhammad Fauzan
Rizky Almunadiansyah

Hak Cipta © 2023 pada Penulis

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis

Penerbit:

SEFA MEDIA UTAMA

Jl. Sriwijaya No 34. Kota Semarang

<http://sefamediautama.id/> Telp. 085260363550

Cetakan I : Novemver 2023

ISBN: 978-623-09-7150-1

Halaman. 90

Ukuran 16,8 x 23 cm

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah wa syukurillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wata'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul **DETEKSI BANJIR MENGGUNAKAN SENSOR HC-SR04 BERBASIS VIRTUINO**

dengan tepat pada waktunya, kemudian shalawat dan salam penulis sanjung sajikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari alam kebodohan ke alam yang penuh ilmu pengetahuan.

Penulis menyadari bahwa ilmu dan pengalaman yang penulis miliki belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan dari para pembaca buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan ilmu dan informasi yang bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Target Luaran.....	3
1.7. Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT).....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Konsep Dasar Bencana Banjir.....	5
2.2. ESP32.....	7
2.2.1. Pin GPIO ESP32 WROOM DevKit V1.....	9
2.3. Baterai.....	11
2.3.1. Kapasitas Baterai	12
2.3.2. Proses Pengosongan	13
2.3.3. Proses Pengisian Baterai.....	14
2.4. Sensor Ultrasonic.....	15
2.5. Panel Surya.....	19
2.5.1. Prinsip Kerja Panel Surya	20
2.5.2. Nilai-nilai Panel Surya.....	21
2.6. Parameter Pemasangan Solar Panel.....	25
2.6.1. Suhu Solar Panel.....	25
2.6.2. Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari	25
2.6.3. Sudut Ketinggian Matahari.....	26
2.7. Relay.....	29
2.8. Modul Stepdown	31

2.8.1. Jenis-jenis Relay	34
2.9. LCD	35
2.9.1. Cara Kerja LCD	38
2.10. Charger Controller	40
2.10.1. Prinsip Kerja Charger Control.....	43
2.11. Internet of Things	44
2.11.1. Mekanisme Kerja IoT.....	45
2.12. Virtuino	47
2.13. State of The Art	48
2.14. Road Map Penelitian.....	53

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Waktu Pelaksanaan Penelitian	56
3.2. Waktu Penelitian	56
3.3. Objek Penelitian	56
3.4. Langkah-langkah Penelitian.....	56
3.5. Prinsip Kerja Alat Penelitian	58
3.6. Spesifikasi Alat.....	58
3.7. Perancangan Kebutuhan Sistem.....	59
3.7.1. Menentukan Kapasitas Baterai	60
3.7.2. Perancangan dan Pembuatan Mekanik.....	62
3.8. Perancangan Rangkaian.....	63
3.8.1. Rangkaian Panel Surya dengan Baterai	63
3.8.2. Rangkaian ESP32 ke Sensor HC-SR04	64
3.8.3. Rangkaian ESP32 dan LCD 16 x 2.....	65
3.8.4. Rangkaian Keseluruhan	65
3.9. Perancangan Program	66
3.9.1. Library Program.....	67
3.9.2. Program SSID WIFI	67
3.9.3. Program Inisialisasi	67
3.9.4. Program Kalibrasi Sensor HC-SR04	68
3.9.5. Program Perintah	68
3.9.6. Proram Penghubung Wifi dan ESP32	68
3.10. Flowchat Alat Penelitian	69

3.11. Blok Diagram	70
3.12. Anggaran Biaya	71
3.13. Jadwal Penelitian.....	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Tujuan Pengujian	73
4.2. Hasil Rancangan Alat Deteksi Banjir	73
4.3. Pengujian Tegangan Kerja Komponen Elektronik.....	75
4.4. Analisis Keseluruhan.....	76
4.4.1. Pengujian Tegangan Solar Cell.....	76
4.4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	78
4.4.3. Pengujian Pengecasan Baterai 12V 5Ah	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	85
5.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian.....	3
Tabel 2.1 Spesifikasi Esp32.....	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonic	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Panel Surya 50wp.....	20
Tabel 2.4 Nilai-Nilai Panel Surya	21
Tabel 2.5 Fungsi Pin Modul Relay	29
Tabel 2.6 Spesifikasi Module stepdown LM2596.....	32
Tabel 2.7 State of The Art tentang Banjir	48
Tabel 3.1 Kebutuhn Daya pada Alat	59
Tabel 3.2 Data Pengujian Alat	60
Tabel 3.3 Ringkasan Anggaran Biaya Penelitian	71
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	72
Tabel 4.1 Tegangan Kerja Komponen Alat Deteksi Banjir.....	75
Tabel 4.2 Pengujian Hari Pertama Solar Cell	76
Tabel 4.3 Pengujian Hari Kedua Solar Cell.....	77
Tabel 4.4 Pengujian Hari Ketiga Solar Cell.....	78
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Ketinggian Level Air dan SENSOR HC-SR04.....	79
Tabel 4.6 Tegangan Baterai	79
Tabel 4.7 Pengujian Level Air dan Notifikasi Aplikasi Virtuino.....	80
Tabel 4.8 Pengujian Data pada Thing Speak	81
Tabel 4.9 Data Pengujian Alat	83
Tabel 4.10 Ketahanan Baterai.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Esp32.....	8
Gambar 2.2 Pin esp32	8
Gambar 2.3 Baterai.....	11
Gambar 2.4 Cara Kerja Baterai	13
Gambar 2.5 Proses Pengosongan Baterai	13
Gambar 2.6 Pengisian Baterai.....	14
Gambar 2.7 Sensor Ultrasonic.....	16
Gambar 2.8 Cara Kerja Sensor	16
Gambar 2.9 Rangkaian Dasar dari Trasmite Ultrasonic	17
Gambar 2.10 Rangkaian Dasar Receiver Ultrasonic.....	18
Gambar 2.11 Panel Surya.....	19
Gambar 2.12 Cara Kerja Panel Surya.....	21
Gambar 2.13 Modul Kurva I-V Karakteristik.....	22
Gambar 2.14 Parameter pada Solar Panel	22
Gambar 2.15 Pengaruh Suhu pada Karakteristik I-V	25
Gambar 2.16 Kurva Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Tegangan dan Arus Solar Panel.....	26
Gambar 2.17 Orbit Bumi Mengelilingi Matahari.....	27
Gambar 2.18 Relay.....	30
Gambar 2.19 Skema Relay	31
Gambar 2.20 Module Step Down LM2596	32
Gambar 2.21 Skema Module Stepdown.....	32
Gambar 2.22 Jenis-jenis Relay.....	35
Gambar 2.23 LCD (Liquid Crystal Display)	36
Gambar 2.24 Bagian-bagian LCD	38
Gambar 2.25 Solar Charger Controller	40
Gambar 2.26 Rangkaian Solar Charger Control	44
Gambar 2.27 Konsep IoT.....	44
Gambar 2.28 Mekanisme Kerja IoT.....	46
Gambar 2.29 Virtuino	47
Gambar 2.30 Road Map Penelitian.....	54

Gambar 3.1 Spesifikasi Ukuran Alat Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino	59
Gambar 3.2 Desain Keseluruhan.....	62
Gambar 3.3 Desain Tampak Samping	62
Gambar 3.4 Tata Letak Komponen Pendukung	63
Gambar 3.5 Rangkaian Panel surya dan Baterai.....	64
Gambar 3.6 Rangkaian ESP32 dan Sensor HC-SR04	64
Gambar 3.7 Rangkaian esp32 dan lcd 16x2.....	65
Gambar 3.8 Rangkaian Keseluruhan	66
Gambar 3.9 Diagram Alir Alat Deteksi Banjir Menggunakan Panel Surya Berbasis Virtuino	69
Gambar 3.10 Blok Diagram Alat Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino	70
Gambar 4.1 Alat Secara Real.....	74
Gambar 4.2 Box Panel Control	74
Gambar 4.3 Box Panel Alat control	75
Gambar 4.4 Data yang Ditampilkan pada Aplikasi Virtuino	81
Gambar 4.5 Data yang Ditampilkan oleh Thingspeak	82
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Arus pada Alat	82
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Tegangan pada Alat	83
Gambar 4.8 Pengujian Running Program	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir adalah bencana yang sering terjadi di wilayah Indonesia. Bencana yang disebabkan oleh faktor hidrometeorologi ini selalu meningkat setiap tahunnya. Meskipun terkadang tidak menimbulkan banyak korban jiwa, bencana ini tetap saja merusak infrastruktur dan mengganggu stabilitas perekonomian masyarakat secara signifikan (Abdullah, 2001) (Wahyudi & Astuti, 2019). Banjir merupakan meluapnya air sungai akibat air melebihi kapasitas tampungan sungai sehingga meluap dan menggenangi dataran atau daerah yang lebih rendah disekitarnya. Banjir, sebenarnya merupakan fenomena kejadian alam “biasa” yang sering terjadi dan dihadapi hampir seluruh negara-negara didunia, termasuk Indonesia. Karena sesuai kodratnya, air akan mengalir dan mencari tempat-tempat yang lebih rendah (Suriadi et al., 2013).

Faktor-faktor penyebab kekeringan dan banjir secara menyeluruh disebabkan oleh hujan, penebangan pohon serta adanya penyumbatan aliran air. Berdasarkan kaidah ilmu pada hidrologi dan keseimbangan daerah aliran sungai (DAS), banjir dan kekeringan merupakan saudara kembar yang pemunculannya datang susul-menyusul faktor penyebab kekeringan sama persis seperti faktor penyebab banjir. Keduanya berperilaku linier-dependent, artinya semua faktor yang menyebabkan kekeringan akan bergulir mendorong terjadinya banjir. Semakin parah kekeringan yang terjadi, semakin dahsyat pula banjir yang akan menyusul dan hal yang demikian berlaku sebaliknya (Bakeri et al., 2016) Banjir tidak dapat dicegah, tetapi bisa dikontrol dan dikurangi dampak kerugian yang ditimbulkannya (Wismarini & Ningsih, 2010) (Rosyidie, 2013).

Resiko terjadinya kerugian yang lebih besar dapat dihindari melaluis upaya mitigasi dengan memanfaatkan teknologi. Adanya instrument yang mampu mendeteksi banjir dapat dijadikan mitigasi dini. Berdasarkan aspek tersebut, penulis tertarik untuk membuat instrument pendeteksi banjir. Penelitian diusulkan berjudul "**Pengembangan Pendeteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino**". Alat ini menggunakan esp32 sebagai pengendali keseluruhan sistem. Ketika sistem mendeteksi ketinggian air dengan menerapkan tiga level dari ketinggian air siaga dan sampai bahaya maka esp32 akan mengirimkan pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi virtuino dan sebagai sumber listrik alat ini menggunakan panel surya. Alat ini menggunakan metode resistifitas untuk mendeteksi banjir pada lokasi tertentu (Yulaelawati, 2007).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahan yang timbul dalam pengerjaan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang hardware dan software pada alat deteksi banjir menggunakan panel surya berbasis virtuino.
2. Bagaimana mikrokontroller esp32 dapat mengendalikan keseluruhan sistem pada deteksi banjir berbasis virtuino.
3. Bagaimana memonitoring ketinggian air dengan menggunakan aplikasi virtuino ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut :

1. Pengujian alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino berskala laboratorium
2. Parameter berupa tingkat keberhasilan alat
3. Pemberitahuan ketinggian air dikirimkan ke smartphone melalui aplikasi virtuino

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang hardware dan software pada alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 surya berbasis virtuino.
2. Merancang mikrokontroler esp32 dapat mengendalikan seluruh sistem deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino.
3. Merancang sistem monitoring secara virtual menggunakan aplikasi virtuino menggunakan *smartphone* secara *wireless* pada alat deteksi banjir.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Bagi Dosen/Peneliti.
 - a. Menambah wawasan dosen/peneliti tentang ilmu.
 - b. Menyajikan hasil-hasil yang diperoleh dalam bentuk penelitian.
2. Manfaat bagi masyarakat
 - a. Membantu dalam memperingati masyarakat atau pemerintah ketika akan terjadinya banjir.
 - b. Mencegah mengurangi kerugian akibat banjir.
 - c. Memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem peringatan dini berbasis elektronik.

1.6. Target Luaran

Peneliti mengharapkan hasil akhir dari penelitian ini dapat menghasilkan luaran sebagai berikut :

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1.	Publikasi jurnal internasional terindeks Scopus	<i>Publish</i>
2.	HKI (minimal jenis Hak Cipta)	<i>Granted</i>

1.7. Tingkat Kesiapterapan Teknologi

Penelitian ini tergolong ke dalam TKT 4 Yaitu Data tingkat Banjir sudah tersedia di BPBD Kabupaten Aceh Utara, pada kesempatan lain seluruh data akan di kumpulkan di lapangan dan melakukan proses validasi data tersebut.

Fokus penelitian ini terletak pada hasil perancangan alat pendeteksi banjir dengan menggunakan rancangan pengembangan dari sensor HC-SR04 berbasis virtuino yang nantinya akan di kolaborasikan dengan mikrokontroller esp32 yang dapat mengendalikan keseluruhan sistem pada deteksi banjir berbasis virtuino sehingga alat ini dapat di golongankan ke dalam TKT 6.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Bencana Banjir

Adapun Konsep dasar dari Bencana Banjir sebagai berikut:

1. Definisi Bencana Banjir Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Dikaitkan dengan bencana longsor yang juga adalah bencana akibat atau terkait dengan air maka ada hal prinsip yang harus mendapat perhatian. Untuk persoalan banjir maka secara filosofis dapat dikatakan bahwa untuk tidak banjir maka air permukaan yang terjadi akibat hujan di DAS harus ditahan selama mungkin sehingga sungai dapat menampung dan mengalirkan air tanpa terjadi luapan (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2012). Namun bila konsentrasi persoalan adalah mengatasi longsor maka filosofinya adalah buanglah air secepat-cepatnya agar air tidak dapat meresap kedalaman tanah yang bisa menimbulkan longsor. Namun sering terjadi banjir dan longsor secara bersamaan dan biasanya menimbulkan bencana banjir bandang (*flash flood*) dengan kerugian jiwa dan harta benda yang sangat besar. Maka kedua filosofi itu tidak berlaku karena bila air ditahan agar tidak banjir maka potensi banjir menurun namun potensi longsor meningkat. Bila air dibuang secepat-cepatnya maka potensi longsor menurun namun potensi banjir meningkat (Maryono, 2014).
2. Jenis Jenis Banjir Dapat disimpulkan bahwa banjir dari sisi rekayasa saja sudah banyak variabel yang terkait, saling

mendukung, saling mempengaruhi dan saling tergantung (Findayani Aprilia, 2018).

- a. Banjir bandang merupakan banjir yang sangat berbahaya, sering kali menimbulkan korban jiwa saat banjir bandang. Banjir bandang ini mengangkut air dan juga lumpur. Banjir ini katagori banjir yang sangat berbahaya karena bisa mengangkut apa saja. Banjir ini cukup memberikan dampak kerusakan cukup parah. Banjir bandang biasanya terjadi akibat gundulnya hutan dan rentan terjadi di daerah pegunungan. Saat banjir bandang, biasanya banjir ini akan membawa pohon pohon dan bebatuan berukuran besar sehingga bisa merusak pemukiman warga dan dapat menimbulkan korban jiwa.
- b. Banjir air adalah jenis banjir yang sangat umum terjadi, biasanya banjir ini terjadi akibat meluapnya air sungau, danau atau selokan. Karena intensitas banyak sehingga air tidak tertampung dan meluap itulah banjir air. Banjir air sangat sering terjadi saat hujan deras dalam kurun waktu yang lama, sehingga air tidak tertampung dan meluap.
- c. Banjir lumpur memiliki kemiripan dengan banjir bandang, namun banjir lumpur ini keluar dari dalam bumi yang akan mengenai daratan. Lumpur ini mengandung bahan gas yang sangat berbahaya.
- d. Banjir rob biasanya terjadi akibat air laut yang pasang. Biasanya banjir ini akan menerjang kawasan pemukiman di wilayah pesisir pantai. Di jakrta biasanya banjir rob akan melanda kota muara baru jakarta. Air laut yang pasang, akan menahan laju air sungai yang sudah banyak sehingga akan menjebol tanggul dan meluap mengenai daratan.
- e. Banjir cileunang hampir mirip dengan banjir air, namun banjir cileunang ini terjadi akibat derasnya hujan sehingga debit air pun menjadi banyak dan tidak terbendung. Jikan intensitas hujan deras biasanya air akan

meluap dan itu di sebut dengan banjir cileunang (Fatih, 2015).

3. Penyebab Terjadinya Banjir Ada beberapa factor yang dapat menyebabkan banjir antara lain :

a. Adanya penyumbatan

Penyumbatan aliran sungai atau selokan menjadi pemicu terjadinya banjir. Terutama masyarakat yang gemar sekali membuang sampah di sungai. Sehingga sewaktu waktu sampah yang menumpuk bisa mengakibatkan banjir.

b. Intensitas hujan yang tinggi Intensitas hujan yang relatif tinggi dapat menyebabkan sungai tidak dapat menampung volume air yang dapat melampau kapasitas.

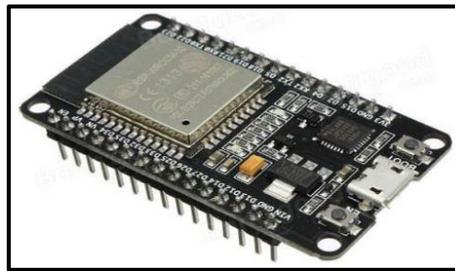
c. Penebangan Pohon

Penebangan hutan bisa menyebabkan hutan menjadi gundul. Hal ini tentu akan berdampak terhadap lingkungan sehingga semakin berkurangnya pohon yang berguna untuk menyerap air.

d. Minimnya daerah resapan air Banjir terjadi karena makin sedikitnya daerah resapan air. Saat ini Daerah serap justru banyak tertutup dengan aspal ataupun pembetonan sehingga air tidak dapat meresap ke dalam lapisan tanah.

2.2. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler penerus dari ESP8266 yang dikenalkan oleh Espressif Sistem. Keunggulan dari ESP32 adalah tersedianya modul WiFi dalam chip, jumlah pin lebih banyak dari jenis mikrokontroler lain, memori lebih besar, serta terdapat bluetooth 4.0 low energ Modul Esp32 dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Cameron, 2021) (Sugandi et al., 2020).



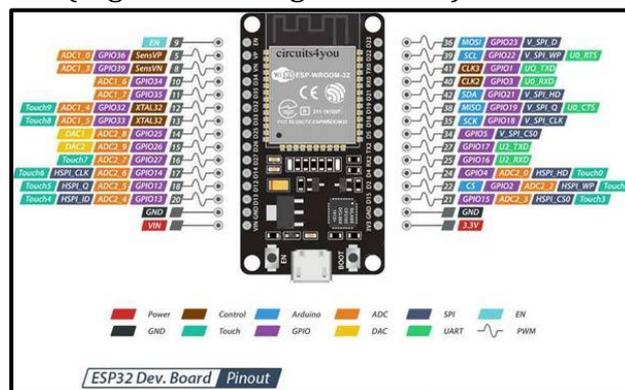
Gambar 2.1 Esp32

(Sumber: Datasheet.Esp32)

Ada banyak model ESP32 Development Kit (board untuk membuat aplikasi dengan ESP32), salah satunya ESP32 DEVKIT V1 yang nantinya akan kita pakai untuk membuat beberapa aplikasi IoT (*Internet of Things*) dengan ESP32 (Wicaksono & Rahmatya, 2020).

Terlihat sepintas hampir sama dengan NodeMCU, ukuran maupun warnanya. Koneksi ke komputer juga memakai konektor micro USB. Kita lihat fitur dasarnya sekarang :

1. Jumlah pin : 30 meliputi pin tegangan dan GPIO.
2. 15 pin ADC (Analog to Digital Converter)
3. 3 UART Interface
4. 3 SPI Interface
5. 2 I2C Interface
6. 16 pin PWM (Pulse Width Modulation)
7. 2 pin DAC (Digital to Analog Converter)



Gambar 2.2 Pin esp32

2.2.1. Pin GPIO ESP32 WROOM DevKit V1

Pada board ESP32 DevKit terdapat 25 pin GPIO (*General Purpose Input Output*) dengan masing-masing pin mempunyai karakteristik sendiri-sendiri.

Pin hanya sebagai INPUT :

1. GPIO 34
2. GPIO 35
3. GPIO 36
4. GPIO 39

Pin dengan internal pull up, dapat diseting melalui program :

1. GPIO14
2. GPIO16
3. GPIO17
4. GPIO18
5. GPIO19
6. GPIO21
7. GPIO22
8. GPIO23

Pin tanpa internal pull up (dapat ditambahkan pull up eksternal sendiri) :

1. GPIO13
2. GPIO25
3. GPIO26
4. GPIO27
5. GPIO32
6. GPIO33

Untuk program lembar kerja mikrokontroller sebagai berikut :

```
int ledPin = 2;  
void setup()
```

```
{
```

```

pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
digitalWrite(ledPin, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(ledPin, LOW);
delay(1000);
}

```

Pada ESP32 terdapat tombol push button yaitu tombol reset dan flash. Pada pin out terdiri dari 18 pin ADC (Analog Digital Converter) yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog ke digital, 2 pin DAC (*Digital Analog Converter*) yang berfungsi untuk mengubah sinyal digital ke analog, 16 pin PWM (Pulse Width Modulation), 10 pin sensor sentuh, 2 pin jalur antarmuka UART, serta pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI. Tidak hanya memiliki dukungan konektivitas WiFi, namun juga Bluetooth Low Energy yang membuat ESP32 menjadi lebih serbaguna. Spesifikasi esp332 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Esp32

No	Kategori	Spesifikasi
1	MCU	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
2	Wi-Fi	802.11 b/g/n tipe HT-40
3	Bluetooth	Tipe 4.2 dan BLE
4	Typical Frequency	160 MHz
5	SRAM	Ada
6	Total GPIO	36
7	Total SPI-UART-I2C-I2S	4-2-2-2
8	Resolusi ADC	12 bit
9	Suhu Operasional Kerja	-40C to 125C
10	Sensor didalam module	Touch sensor, temperature sensor, hall effect sensor

2.3. Baterai

Akumulator (accu, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi yang umumnya adalah energi listrik dalam bentuk energi kimia dan dapat mengubah energi kimia tersebut menjadi energi listrik. Accu dibuat dari sejumlah elemen yang terpisah kemudian disatukan pada kotak karet keras atau plastik. Komponen dasar dari tiap sel membentuk pelat-pelat positif dan negatif (Hafid & Zakaria, 2022). Accu termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya, sehingga disebut elemen 12 sekunder. Kutub positif accu menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbal sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. Ketika accu dipakai, terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan endapat pada anode (reduksi) dan katode (oksidasi). Akibatnya, dalam waktu tertentu antara anode dan katode tidak ada beda potensial, artinya accu menjadi kosong. Berikut adalah gambar dari baterai accu/aki yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 (ALAN FADIANTO, 2019).



Gambar 2.3 Baterai
(Sumber: Kumparan.com)

Aki basah biasanya menggunakan tempat yang semi transparan. Hal ini memang sengaja dilakukan oleh para produsen aki agar lebih mudah memantau kadar air aki. Air aki atau yang lebih sering disebut air zuur, merupakan cairan yang memiliki fungsi sebagai perendam. *Cell-cell* yang terdapat pada bagian dalam aki direndam menggunakan air ini. Untuk itulah, mengapa tipe aki basah memiliki wadah yang transparan.

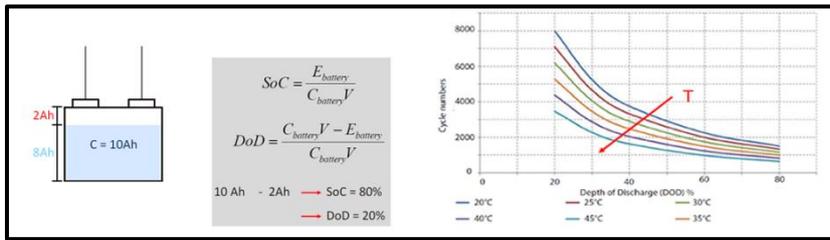
Pengecekan kondisi air dalam aki basah pun menjadi rutinitas yang penting dilakukan. Hal tersebut terkait lantaran semua *cell* yang ada dalam aki harus terendam secara sempurna. Jika air pada aki tersebut berkurang, maka penyimpanan pada arus akan berkurang. Oksidasi yang diakibatkan akan membuat lempeng *cell* menjadi berkarat dan akibatnya kelistrikan kendaraan tidak akan menjadi maksimal. Jika Carmudian memakai aki basah, usahakan untuk selalu mengecek setiap satu bulan sekali.

Tambahkan air aki sesuai dengan batas yang dianjurkan. Usahakan tidak melebihi batas yang sudah ditetapkan. Untuk mengisi air aki basah, gunakanlah air destilasi bukan air zuur.

2.3.1. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah banyaknya muatan listrik (*charge*) yang dapat disalurkan pada tegangan nominal baterai, dinyatakan dalam ampere hour (Ah) atau miliampere hour (mAh). Kapasitas baterai berbanding lurus dengan banyaknya material elektroda dan elektrolit di dalam baterai. Baterai berukuran fisik besar memiliki kapasitas besar, dan sebaliknya, meskipun tegangan nominal keduanya sama. Tegangan nominal baterai berasal dari jenis material yang digunakan, sedangkan kapasitas baterai tergantung dari volume material yang ada dalam baterai.

Muatan listrik (*charge*) juga dinyatakan dalam satuan Coulomb. $1 \text{ Coulomb} = 1 \text{ Ampere-Second}$, $3600 \text{ Coulomb} = 1 \text{ Ampere-Hour}$. Namun dalam hal energi listrik baterai, Ampere Hour (Ah) lebih umum dipakai karena besaran energi listrik dinyatakan dalam Watt-Hour (Wh).

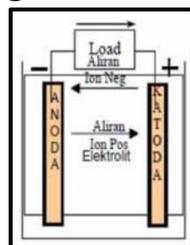


Gambar 2.4 Cara Kerja Baterai

(Sumber: netsolarsel)

Baterai dalam sistem PV mengalami berulang kali siklus pengisian dan pengosongan selama umur pakainya. Siklus hidup (*cycle life*) baterai adalah banyaknya pengisian dan pengosongan hingga kapasitas baterai turun (melemah) dan tersisa 80% dari kapasitas nominalnya. Pabrik baterai biasanya mencantumkan siklus hidup pada spesifikasi teknis baterai. Mencantumkan satu nilai siklus hidup (*cycle life*) sebenarnya terlalu menyederhanakan informasi, karena siklus hidup baterai juga tergantung pada suhu baterai. Dari grafik di atas pada gambar 2.4, terlihat pada suhu operasional baterai yang lebih rendah, siklus hidup baterai lebih lama. Siklus hidup baterai juga tergantung dari DoD, artinya baterai yang dikosongkan hanya 50% dari kapasitasnya, berumur lebih lama jika dikosongkan hingga 80%, namun membuat sistem menjadi lebih mahal, karena membutuhkan kapasitas baterai lebih besar untuk mengakomodasi kebutuhan yang sama.

2.3.2. Proses Pengosongan



Gambar 2.5 Proses Pengosongan Baterai

(Sumber: Surya)

Adapun proses reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut : Pada elektrolit : $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ Pada Katode : $PbO_2 (s) + 4H^+ (aq) + SO_4^{2-} (aq) + 2e \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ Pada Anode : $Pb(s) + SO_4^{2-} (aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 2e$

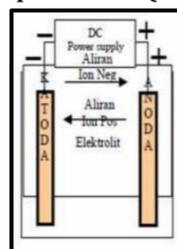
+

Reaksi Sel : $PbO_2 (s) + Pb(s) + 4H^+ (aq) + 2 SO_4^{2-} (aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$

Sebelum proses Setelah proses
 dimana : PbO = Timah peroksida (kutub positif/anoda) Pb = Timah murni (kutub negatif/katoda) 2H SO = Asam sulfat (elektrolit) PbSO = Timah sulfat (kutub positif dan negatif setelah proses pengosongan) H O= Air yang terjadi setelah pengosongan Jadi pada proses pengosongan baterai akan terbentuk timah sulfat (PbSO) pada kutub positif dan negatif, sehingga mengurangi reaktifitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi timah, sehingga tegangan baterai antara kutub- kutubnya menjadi lemah.

2.3.3. Proses Pengisian Baterai

Proses ini adalah kebalikan dari proses pengosongan dimana arus listrik dialirkan yang arahnya berlawanan, dengan arus yang terjadi pada saat pengosongan. Pada proses ini setiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen ($2H^+$) yang dekat plat negatif bersatu dengan ion negatif Sulfat (SO^{--}) pada plat negatif untuk membentuk asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada plat positif membentuk timah peroksida (PbO).



Gambar 2.6 Pengisian Baterai

(Sumber: Surya)

Proses reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :
 Pada Katode : $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
 Pada Anode : $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Reaksi Sel : $2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 $2\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{PbO}_2(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ Setelah pengosongan Setelah pengisian.

Pada reaksi diatas, terbentuk $4\text{H}^+(\text{aq})$ dan $2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ dan akan bereaksi menjadi asam sulfat (H_2SO_4). Hal ini akan menambah kadar dan massa jenis larutan. Sehingga larutan menjadi lebih pekat. Jadi pada saat pengisian baterai atau aki, pada prinsipnya mengubah kembali anode dan katode yang berupa timbal sulfat (PbSO_4) menjadi timbal dioksida (PbO_2) dan timbal murni (Pb), atau terjadi proses " Tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia listrik di dalam akkumulator dan kemudian disimpan di dalamnya." (Sumber: <http://cara-kerja-akkumulator-aki-accu-baterai/>)

2.4. Sensor Ultrasonic

HC-SR04 adalah sebuah modul sensor ultrasonik yang biasanya digunakan untuk alat pengukur jarak. Pada artikel ini kita akan mempelajari bagaimana cara kerja dari sensor HC-SR04 dan berikut contoh programnya dengan menggunakan Arduino. Pada HC-SR04 terdapat sepasang transducer ultrasonik yang satu berfungsi sebagai transmitter yang bertugas untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal pulsa gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi 40KHz, dan satunya berfungsi sebagai receiver yang bertugas untuk menerima sinyal gelombang suara ultrasonik. Berikut adalah gambar sensor ultrasonic pada gambar 2.7 (Kause, 2019).



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonic
(Sumber: Nn.Digital)

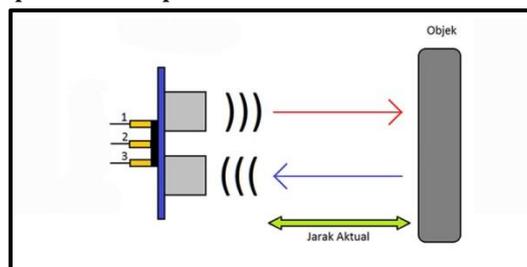
Pada sensor Ultrasonic Dengan menggunakan persamaan jarak-kecepatan-waktu dari gelombang suara yang merambat pada udara, maka bisa dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Jarak} = \text{Kecepatan} \times \text{Waktu} \quad (2.1)$$

dimana kecepatan gelombang suara pada udara adalah = $340 \text{ m/s} = 0.034 \text{ cm}/\mu\text{S}$. Karena jarak tempuh gelombang suara ultrasonik tadi adalah bolak-balik yaitu dari sensor (transmitter) ke obyek dan kembali ke sensor (receiver), maka rumusnya menjadi :

$$\text{Jarak (cm)} = \text{Waktu } (\mu\text{S}) * 0.034 / \quad (2.2)$$

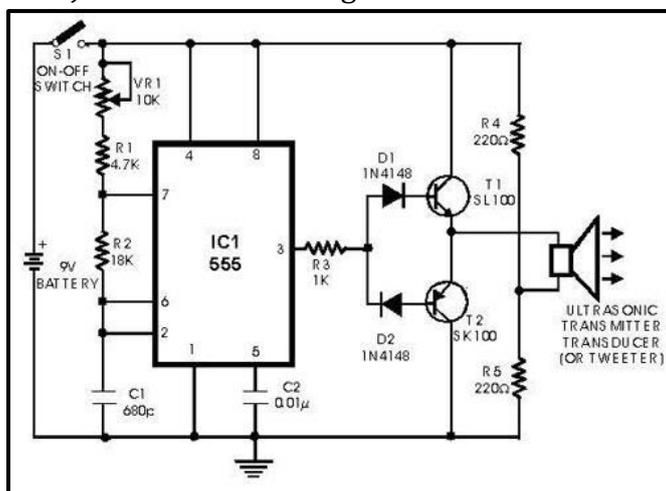
Demikian adalah teori dan cara kerja dari sensor HC-SR04 yang dapat digunakan untuk mengukur jarak suatu obyek atau benda. Setelah kita mempelajari teori cara kerja sensor HC-SR04, maka selanjutnya kita akan tunjukkan contoh program HC-SR04 menggunakan Arduino IDE. Spesifikasi sensor ultrasonic dapat dilihat pada tabel 2.2.



Gambar 2.8 Cara Kerja Sensor

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

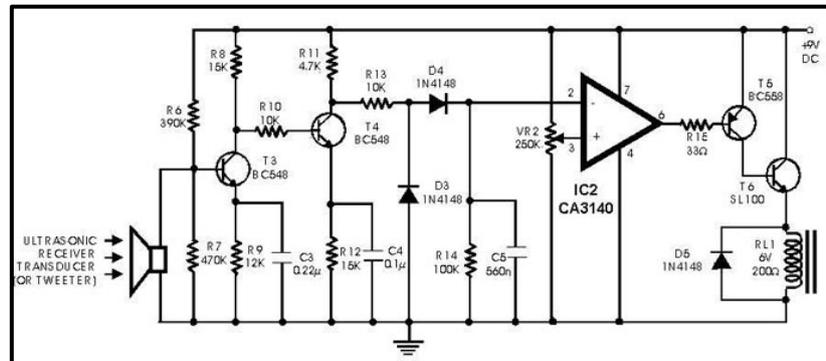
1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung.



Gambar 2.9 Rangkaian Dasar dari Trasmite Ultrasonic
(Sumber: Elangsakti)

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh

komponen RLC/kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.



Gambar 2.10 Rangkaian Dasar Receiver Ultrasonic
(Sumber: Elangsakti)

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Ultrasonic

No	Kategori	Spesifikasi
1	Tegangan	5V DC
2	Arus statis	<2mA
3	Level output	5v-0v
4	Sudut output	< 15 derajat
5	Jarak yang bisa dideteksi	2cm – 450 cm (4.5)
6	Tingkat keakuratan	Up to 0.3cm (mm)

2.5. Panel Surya

Panel surya merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Penggunaan panel surya sebagai salah satu pembangkit tenaga listrik dewasa ini semakin sering kita jumpai, diantaranya sebagai pengisi baterai sepeda listrik, pemanas air, dan juga sebagai pembangkit tenaga listrik yang akan dihubungkan langsung ke jala-jala PLN dan digunakan sebagai suplai sumber pada BTS pada daerah yang belum terdapat jaringan PLN. Panel Surya sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik, namun terkendala dengan ketidaktersediaannya energi listrik dari PLN seperti para pedagang kaki lima, masyarakat yang tinggal di wilayah terpencil maupun daerah yang belum teraliri listrik dari PLN. Sumber energi listrik lain yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sumber energi listrik selain dari PLN adalah generator atau lebih sering disebut dengan Genset (Arianto et al., 2020) Sel ini disusun berjajar dan dihubungkan secara seri dan paralel yang kemudian membentuk satu kesatuan panel surya. Dapat dikatakan bahwa panel surya merupakan gabungan dari banyak sel surya. Jumlah sel surya yang disusun di dalam panel surya bervariasi dari 32 hingga 96 sel, namun pada umumnya yang digunakan adalah tipe panel surya dengan 72 sel. Berikut adalah gambar panel surya 80wp pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Panel Surya
(Sumber: Bumienergisurya.com)

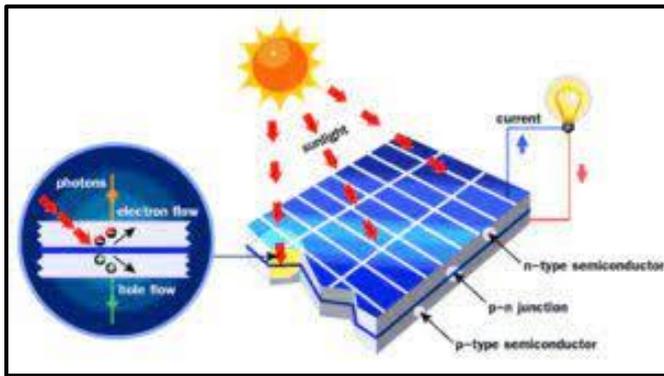
Dengan menggunakan panel surya yang terbaik tentunya akan memberikan penghematan biaya perawatan dalam jangka panjang. Selain itu juga memberikan hasil maksimal dalam menyerap energi surya menjadi energi listrik untuk mendukung peralatan tenaga surya yang kita pergunakan seperti lampu pju, pompa air tenaga surya, SHS, modul panel surya atap. Selain panel surya 80w, CPS juga menyediakan panel surya 10w, panel surya 20w, panel surya 50w, panel surya 100w. Panel surya 120w, panel surya 150w, panel surya 160w, panel surya 190w, panel surya 250w, panel surya 260w, panel surya 320w, panel surya 380w. Berikut adalah tabel 2.3 spesifikasi panel surya 80 Wp.

Tabel 2.3 Spesifikasi Panel Surya 50wp

No	Katagori	Spesifikasi
1	Max. Power (Pmax)	50W
2	Max. Power Voltage (Vmp)	17V
3	Max. Power Current (Imp)	4.5A
4	Open Circuit Voltage (Voc)	21.1V
5	Short Circuit Current (Isc)	5.66A
6	Nominal operating Cell Temp (NOCT)	45 ±2 °C
7	MAX. System Voltage	1000V
8	Max. Series Fuse	16A
9	Weight	8.32Kg
10	Dimension	1025 x 680 x 35 mm

2.5.1. Prinsip Kerja Panel Surya

Panel surya mulai bekerja berdasarkan prinsip gaya gerak listrik yang terjadi pada sel surya. Gaya gerak listrik ini diawali ketika foton dari sinar matahari mengalami tumbukan dengan panel surya. Tumbukan ini membuat foton diserap oleh material semikonduktor yang terdapat pada panel surya. Material ini salah satunya ialah silikon.



Gambar 2.12 Cara Kerja Panel Surya
(Sumber: sunspower)

Tumbukan membuat elektron yang merupakan muatan listrik negatif mengalami pelepasan dari atom. Elektron yang terlepas ini kemudian mengalir melalui material semikonduktor sehingga terbentuklah arus listrik. Di sisi lain, muatan listrik positif yang disebut sebagai "lubang" mengalir dengan arah yang berlawanan dengan muatan listrik negatif. Sumber listrik dengan jenis arus searah dapat dihasilkan melalui penggabungan beberapa panel surya. Panel-panel surya ini memperoleh sumber energi dari energi surya.

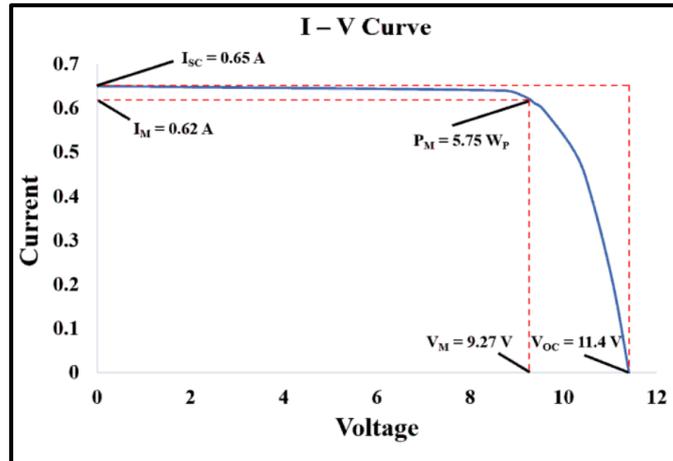
2.5.2. Nilai-nilai Panel Surya

Konversi sinar matahari menjadi listrik ditentukan oleh berbagai nilai-nilai solar panel. Untuk memahami nilai solar panel, pada kurva I-V seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13 dibawah ini. Kurva telah diplot berdasarkan data pada 2.4.

Tabel 2.4 Nilai-Nilai Panel Surya

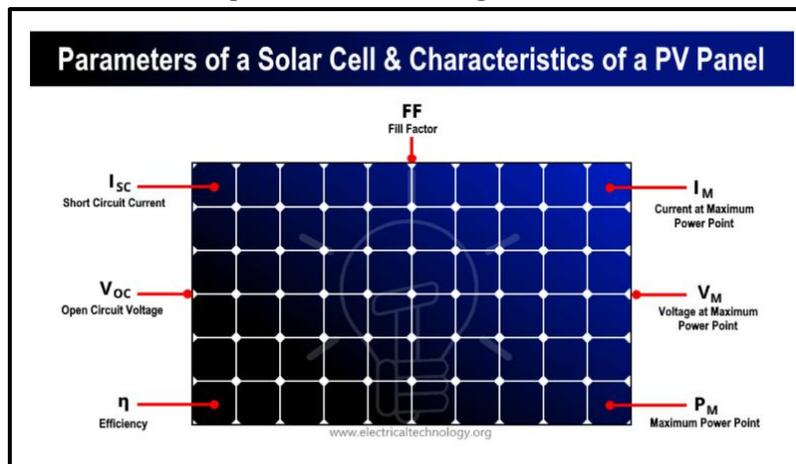
Ampere	Volt	Watt
0	Voc = 11,4	0
0,2	11,06	2,21
0,4	10,59	4,24
0,5	10,24	5,12
0,6	9,54	5,72
0,061	9,39	5,73

$I_m=0,62$	$V_m=9,27$	$P_m=5,75$
0,63	9,08	5,72
0,64	8,72	5,58
$I_{sc}=0,65$	0	0



Gambar 2.13 Modul Kurva I-V Karakteristik

Parameter solar panel sesuai standar pabrikan STC (Standard Test Condition). Di bawah STC radiasi matahari yang sesuai dengan 1000 dan suhu operasi solar panel sama dengan C. Parameter solar panel adalah sebagai berikut :



Gambar 2.14 Parameter pada Solar Panel
(Sumber: elektricalteknology)

1. Short Circuit Current

Short Circuit Current (I_{sc}) Short circuit current merupakan arus maksimum yang dihasilkan oleh solar panel, diukur dalam ampere (A) atau mili-ampere (mA). Seperti dari 9 tabel 2.4 dan gambar 2.13 bahwa tegangan open circuit adalah nol ketika solar panel menghasilkan arus maksimal (=0,65). Nilai Short circuit tergantung pada luas sel solar panel, radiasi matahari yang jatuh pada sel.

2. Open Circuit Voltage

Open Circuit Voltage (V_{oc}) Open Circuit Voltage merupakan tegangan maksimum yang dapat dihasilkan solar panel dalam kondisi open circuit. diukur menggunakan avometer melalui kabel yang terpasang ke solar panel. Jika dua atau lebih panel surya disambungkan secara seri maka akan terjadi. Tegangan paling tinggi umumnya terjadi pada pertengahan pagi karena matahari terbit dengan cepat dan suhu panel surya masih cukup rendah. Nilai tidak boleh melebihi tegangan yang diizinkan solar charge controller (SCC). Beberapa solar charge controller akan otomatis mati jika tegangan yang diterima melampaui batas, tetapi ada juga yang terus beroperasi dengan resiko masa pakai lebih pendek dan dapat mengakibatkan kerusakan

3. Maximum Power Point (P_{max})

Maximum Power Point berdasarkan persamaan 2.1 mewakili daya maksimum yang dapat dihasilkan solar panel pada STC (yaitu pancaran sinar matahari 1000 dan suhu operasi solar panel C). Diukur dalam. Selain STC, solar panel memiliki pada nilai pancaran dan suhu operasi solar panel berbeda. Solar panel dapat beroperasi pada kombinasi arus dan tegangan yang berbeda. Tetapi hanya dapat menghasilkan daya maksimum) pada kombinasi tegangan dan arus tertentu. Seperti di tunjukkan pada gambar 2.14 titik daya maksimum berada di lutut kurva I-V dan merupakan hasil dari dan V.

$$P_{max} = I_{max} \times V_{max} \quad (2.3)$$

4. Current at Maximum Power Poin (I_{max})

Current at Maximum Power Poin mewakili arus yang akan dihasilkan solar panel saat beroperasi pada power point maksimum. Dengan satuan dan dapat dilihat pada gambar 2.13 bahwa nilainya selalu lebih kecil dari arus dan di ukur dalam ampere (A).

5. The Voltage Maximum Power Poin (V_{max})

Mewakili tegangan yang akan dihasilkan solar panel saat beroperasi pada power point maximum. Dengan satuan dan dapat dilihat pada gambar 2.13 bahwa nilainya selalu kecil dari tegangan open circuit voltage.

6. Fill Factor (FF)

Fill Factor berdasarkan persamaan 2.6 mewakili area yang dicakup oleh persegi panjang dengan area yang dicakup oleh persegi panjang - seperti dengan garis putus-putus pada gambar 2.13 Fill Factor isian mewakili kuadrat dari kurva I-V. ini diwakili dalam persentase (%), semakin tinggi faktor pengisian dalam persen, semakin baik solar panel.

$$FF = \frac{P_{max}}{(I_{sc} \times V_{oc})} \times 100\% \quad (2.4)$$

7. Efisiensi

Efisiensi solar panel didefinisikan sebagai daya keluaran maksimum (berdasarkan persamaan 2.3 dibagi dengan daya input). dapat diukur dalam persentase (%), yang menunjukkan bahwa persentase input daya sinar matahari ini diubah menjadi daya listrik. daya input adalah kerapatan daya. Oleh karena itu, untuk menghitung efisiensi kalikan pada STC dengan luas. Efisiensi dapat dihitung sebagai berikut :

$$\eta = \frac{p_{maks}}{(p_{in} \times luas)} = 100\% \quad (2.5)$$

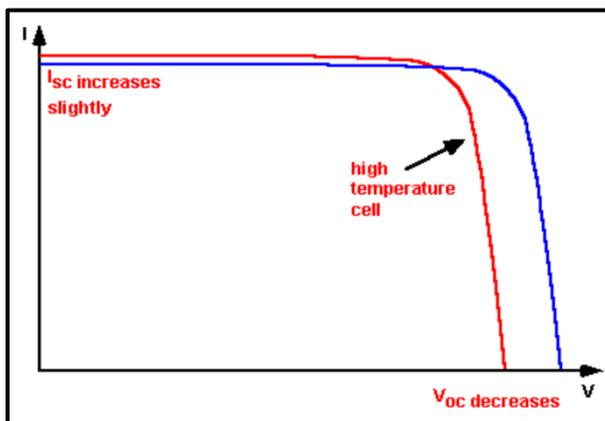
2.6. Parameter Pemasangan Solar Panel

Faktor yang mempengaruhi maksimum solar panel tergantung pada :

1. Suhu pada solar panel
2. Intesitas cahaya matahari
3. Posisi letak solar panel terhadap matahari

2.6.1. Suhu Solar Panel

Pada Gambar 2.15 solar panel sensitif terhadap suhu. Peningkatan suhu mengurangi output solar panel, sehingga mempengaruhi sebagian besar output solar panel. Penurunan output solar panel dengan meningkatnya suhu dapat dilihat sebagai peningkatan energi elektron dalam material. Dalam solar panel, parameter yang paling berpengaruh oleh peningkatan suhu adalah tegangan rangkaian terbuka. Pengaruh kenaikan suhu ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

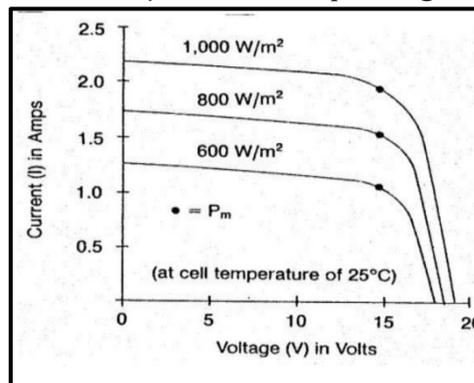


Gambar 2.15 Pengaruh Suhu pada Karakteristik I-V

2.6.2. Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

Pada Gambar 2.16 insiden intensitas cahaya matahari pada solar panel mengubah semua parameter solar panel, termasuk arus hubung singkat, tegangan rangkaian terbuka, fill factor dan efisiensi. Intensitas cahaya pada solar panel disebut

jumlah matahari, di mana 1 matahari sesuai dengan penerangan standar pada. Misalnya sistem dengan insiden pada solar akan beroperasi pada 10 matahari. Modul solar panel yang di rancang untuk beroperasi dibawah 1 kondisi matahari disebut pelat datar, sedangkan modul yang menggunakan sinar matahari terkonsentrasi disebut konsentrator. Solar panel mengalami variasi harian dalam intensitas cahaya, dengan daya datang dari matahari bervariasi antara 0 dan pada tingkat cahaya rendah, efek menjadi semakin penting.



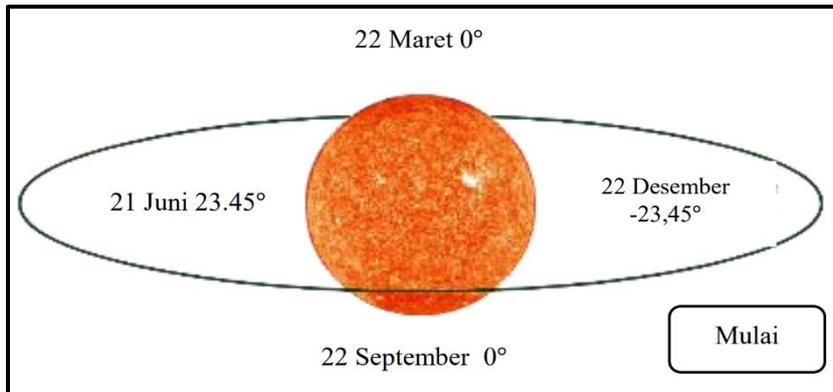
Gambar 2.16 Kurva Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Tegangan dan Arus Solar Panel

2.6.3. Sudut Ketinggian Matahari

Kemiringan sumbu bumi dan gerakan di sekitar matahari menyebabkan variasi :

1. Intensitas dan durasi sinar matahari yang di terima di tempat yang berbeda di bumi, yang menghasilkan musim.
2. Gerakan jelas matahari melintas langit. Rotasi gerak bumi berputar pada porosnya disebut gerak rotasi bumi. Arah berotasi dengan arah dari barat ke timur. Priode rotasi bumi adalah 23 jam 56 menit 4 detik. Akibat rotasi bumi sebagai berikut :
 - a. Berak harian benda langit dari timur ke barat (terbit di timur, terbenam di barat, terjadinya pergantian siang malam).

- b. Terjadi pempatan bumi di arah kutubnya (momentum sudut lebih besar pada daerah equator)
- c. Efek coriolis pada arah angin.
- d. Perubahan arah ayunan bandul.
- e. Perubahan arah arus laut sepanjang equator bumi



Gambar 2.17 Orbit Bumi Mengelilingi Matahari

Pada Gambar 2.17 bumi memiliki empat musim, yaitu musim dingin atau snow (winter), musim semi (spring), musim panas (summer), dan musim gugur (autumn). Empat musim ini dialami oleh belahan bumi utara dan selatan. Sedangkan wilayah khatulistiwa termasuk Indonesia hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau.

Setiap tanggal 21 Maret, belahan bumi utara dan selatan menerima jumlah radiasi matahari yang sebanding. Matahari sepertinya mulai bergerak ke utara. Kemudian daerah di belahan bumi utara mulai mendapatkan lebih banyak sinar matahari. Pada saat ini, negara-negara di belahan bumi utara memasuki musim semi. Di sisi lain, wilayah di belahan bumi selatan mulai menerima sinar matahari yang semakin sedikit. Saat ini kawasan tersebut memasuki musim gugur. Musim ini berlangsung hingga 21 Juni. Saat memasuki 21 Juli, matahari mulai berada di posisi paling utara dan membuat wilayah belahan bumi utara semakin banyak menerima sinar matahari. Saat itu belahan bumi utara mulai memasuki musim panas. Di

sisi lain, seluruh belahan bumi selatan menerima sinar matahari semakin sedikit, sehingga wilayah tersebut mulai memasuki musim dingin. Musim dingin ini berlangsung hingga 23 September. Pada 23 September, matahari kembali mencapai khatulistiwa dan mulai bergerak ke belahan bumi selatan. Sinar matahari di belahan bumi utara terus berkurang dan di belahan bumi selatan bertambah. Saat itu belahan bumi utara memasuki musim gugur. Di sisi lain, belahan bumi selatan mengalami musim semi. Musim ini berlangsung hingga 22 Juni 23.45 22 Maret 0 22 Desember -23,45 22 September 0 Mulai 14 Desember. Pada tanggal 22 Desember, matahari berada pada posisi paling selatan dan sekarang mulai bergerak ke utara. Daerah di belahan bumi utara mulai menerima peningkatan sinar matahari. Di sisi lain, daerah di belahan bumi selatan mulai menerima lebih sedikit sinar matahari. Saat ini belahan bumi utara memasuki musim dingin dan belahan bumi selatan memasuki musim panas. Musim ini berlangsung hingga 21 Maret tahun berikutnya.

Untuk menghitung sudut deklinasi matahari, sudut ketinggian matahari dan sudut kemiringan solar panel adalah sebagai berikut.

$$\delta = 23,45^\circ \sin \left[\frac{360}{360} (\eta - 81) \right] \quad (2.6)$$

$$\beta N = 90^\circ - L + \delta \quad (2.7)$$

$$\text{Tilt} = 90^\circ - \beta N \quad (2.8)$$

Dimana :

δ = Sudut deklinasi matahari ($^\circ$)

βN = Sudut ketinggian matahari ($^\circ$)

Tilt = Sudut kemiringan solar panel ($^\circ$)

Selain posisi kemiringan solar panel, perlu juga untuk menghitung sudut azimuth dari matahari. Sudut azimuth adalah

sudut penyimpangan dari selatan dengan proyeksi radiasi langsung pada bidang horizontal. Ke sebelah timur adalah negatif dan ke sebelah barat adalah positif. Arah sudut azimuth dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.9 :

$$H = \frac{15^\circ}{\text{Hour}} \times \text{hour} \quad (2.9)$$

$$\cos \beta = \cos L \cos H + \sin L \cos \delta \quad (2.10)$$

$$\sin \varphi_s = \frac{\sin \delta \sin H}{\sin \beta} \quad (2.11)$$

Dimana :

- H = Posisi matahari setiap jam (°)
- Cos β = Sudut ketinggian matahari setiap jam (°)
- Sin φ_s = Arah sudut azimuth (°)

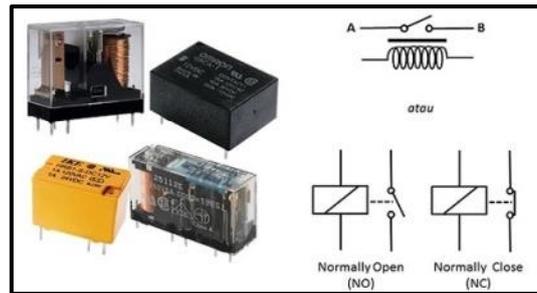
2.7. Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch) (Susanto, 2019) (Giyartono & Kresnha, 2015). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Fungsi pin modul relay dapat dilihat pada tabel 2.5 dan pada gambar 2.18.

Tabel 2.5 Fungsi Pin Modul Relay

Kategori	Spesifikasi
PIN	F
VCC	Sumber tegangan
GND	Ground
IN	Pin masukan unntuk menerima data (high dan low)

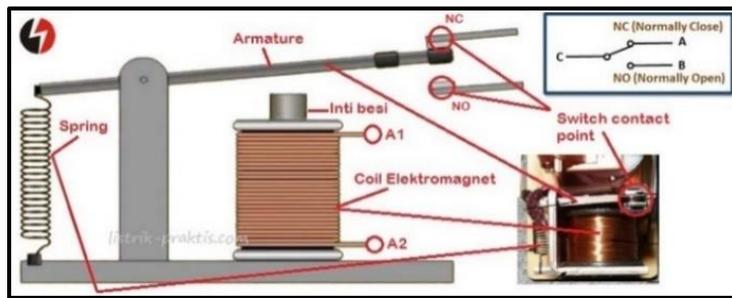
Relay ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Relay

(Sumber: Wiki Eletronika)

Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan elektromagnetik 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A Relay, seperti yang telah diketahui merupakan switch atau saklar yang hanya beroperasi jika adanya listrik yang mengalirinya. Relay juga merupakan elektromagnet dan seperangkat kontak switch. Relay yang terdiri dari elektromagnet, armature, switch contact point dan spring, pada dasarnya menggunakan prinsip elektromagnetik dalam menggerakkan kontak switch, sehingga walau arus listriknya kecil, tetap dapat menghubungkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Hal ini biasa dilakukan pada beberapa perangkat elektronik. Di mana dengan menggunakan fungsi relay elektromagnetik 5 volt dan 50 mA, sudah mampu menghidupkan Armature Relay untuk menyambungkan listrik 220 Volt 2 Ampere. Skema Relay dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Skema Relay
(Sumber: listrik-praktis.com)

Kontak point relay ini terdiri dari 2 jenis yakni *Normally Open* (NO) dan juga *Normally Close* (NC). *Normally Open* adalah suatu kondisi awal sebelum diaktifkan yang selalu berada pada posisi terbuka (open). *Normally Close* adalah kondisi awal sebelum diaktifkan yang selalu berada pada posisi tertutup (close). Dapat diperhatikan pada gambar di atas, gambar tersebut menunjukkan bahwa besi (iron core) yang telah dililitkan oleh kumparan coil, memiliki fungsi sebagai pengendali dari besi tersebut. Saat kumparan coil tersebut dialiri arus listrik, maka akan menghasilkan gaya elektromagnetik. Gaya tersebut kemudian menarik armature berpindah posisi yang semula tertutup (NC) pada posisi terbuka (NO), sehingga kemudian berfungsi menjadi saklar yang bisa mengantarkan arus listrik. Dengan hal ini, maka posisi armature yang semula berada pada kondisi close akan menjadi terhubung (open). Ketika sudah tidak dialiri listrik maka armature tersebut akan kembali pada posisi close.

2.8. Modul Stepdown

Modul Step Down LM2596 adalah modul penurun tegangan yang outputnya dapat diatur melalui multiturn potensiometer. Keunggulan modul step down LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun

tegangan input naik turun. Berikut adalah gambar module step down pada Gambar 2.20 (Alwi Nur et al, 2021).

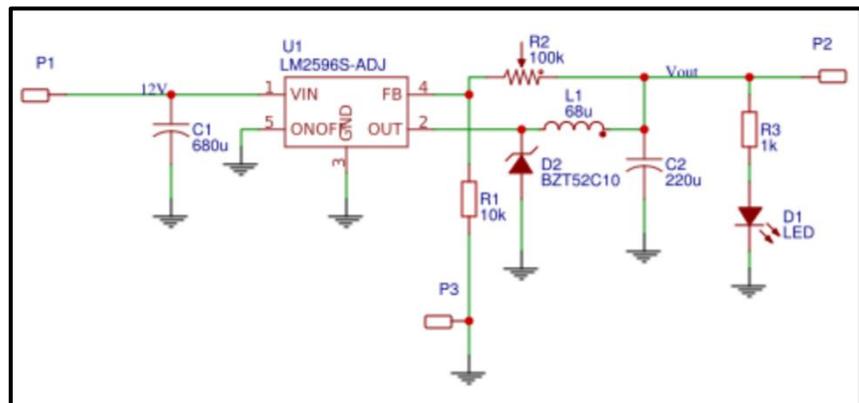


Gambar 2.20 Module Step Down LM2596
(Sumber: Ecadio)

Berikut adalah tabel spesifikasi module Step Down LM2596

Tabel 2.6 Spesifikasi Module stepdown LM2596

Keterangan	Spesifikasi
Input Voltage	DC 3V – 40V
Output Voltage	DC 1.5V – 35V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5)
Arus max	3V
Ukuran board	42 mm x 20 mm x 14 mm



Gambar 2.21 Skema Module Stepdown
(Sumber: Elektronika)

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah Pole and Throw :

1. **Pole** : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
2. **Throw** : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

Berdasarkan penggolongan jumlah Pole dan Throw-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi

1. *Single Pole Single Throw (SPST)* : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.

2. *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
3. *Double Pole Single Throw (DPST)*: Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
4. *Double Pole Double Throw (DPDT)*: Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

Selain Golongan Relay diatas, terdapat juga Relay-relay yang Pole dan Throw-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (Triple Pole Double Throw) ataupun 4PDT (Four Pole Double Throw) dan lain sebagainya.

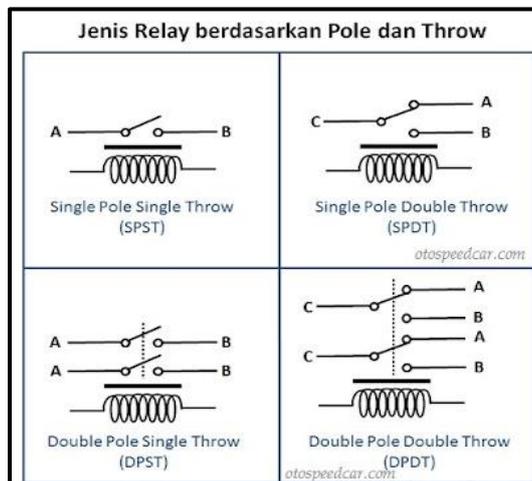
Fungsi relay pada komponen elektronik sebagai berikut :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).

2.8.1. Jenis-jenis Relay

Adapun jenis-jenis relay yang terdapat pada komponen elektronik sebagai berikut :

1. Single Pole Single Throw (SPST): Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
2. Single Pole Double Throw (SPDT): Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk Coil.
3. Double Pole Single Throw (DPST): Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
4. Double Pole Double Throw (DPDT) : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk Coil.

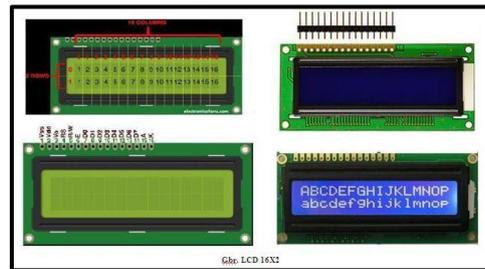


Gambar 2.22 Jenis-jenis Relay
(Sumber: otospeedcar)

2.9. LCD

LCD 16×2 adalah salah satu penampil yang sangat populer digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan user nya. Dengan penampil LCD 16×2 ini user dapat

melihat/memantau keadaan sensor ataupun keadaan jalanya program. Penampil LCD 16×2 ini bisa di hubungkan dengan mikrokontroler apa saja. LCD yang digunakan dalam Media Pembelajaran pada artikel ini adalah LCD 16X2, yang artinya LCD tersebut terdiri dari 16 kolom dan 2 baris karakter (tulisan). Module LCD ini akan kita gunakan untuk menampilkan teks berjalan, teks berlari atau running teks. LCD 16X2, kolom dan baris, beserta jumlah pin (1 s/d 16) dengan keterangan nama pinnya dapat anda lihat pada Berikut adalah gambar lcd 2x16 ditunjukkan pada Gambar 2.23.



Gambar 2.23 LCD (Liquid Crystal Display)
(Sumber: yoskin.wordpress)

Terdapat 16 pin pada LCD 16x2 yaitu :

1. VSS, merupakan Ground atau GND (-).
2. VDD, merupakan Tegangan Suplay atau VCC (+5V).
3. V0 atau VEE, digunakan untuk mengatur kontras teks yang ditampilkan
4. RS (*Register Select*), digunakan oleh Arduino untuk memilih lokasi memori saat penulisan data.
5. RW (*Read/Write*), digunakan untuk menentukan mode LCD, mode read atau mode write.
6. E (*Enable*), digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan mode penulisan karakter.
7. D0, data untuk bit ke-8
8. D1, data untuk bit ke-7
9. D2, data untuk bit ke-6
10. D4, data untuk bit ke-4

11. D5, data untuk bit ke-3
12. D6, data untuk bit ke-2
13. D7, data untuk bit ke-1
14. A, terhubung ke kaki anoda LED latar mendapat tegangan positif.
15. K, terhubung ke kaki katoda LED latar, mendapat tegangan negative. Pin A dan digunakan untuk menyalakan LED supaya teks yang ditampilkan dapat terlihat dalam kegelapan.

Langkah-langkah tata cara kerja LCD sebagai berikut :

1. in 1 LCD atau VSS di hubungkan ke pin GND pada Board Arduino Uno. Dalam Praktek disini, pin GND pada Arduino dihubungkan ke ProtoBoard sehingga bernilai (-). kemudian pin VSS dihubungkan ke ProtoBoard (-) dengan menggunakan Kabel Jumper (lihat gbr 3 dibawah)
2. Pin 2 LCD atau VDD atau VCC dihubungkan ke pin daya + 5V pada Board Arduino Uno. Dalam Praktek disini, pin +5V pada Arduino dihubungkan ke ProtoBoard sehingga bernilai (+). Kemudian pin VDD dihubungkan ke ProtoBoard (+) dengan menggunakan Kabel Jumper (lihat gbr 3 dibawah)
3. Pin 3 LCD atau V0 atau VEE di hubungkan ke Potensiometer 10 KOhm (pin/kakitengah).
4. Pin 4 LCD atau RS (Register Select)) di hubungkan ke pin 12 pada Board ArduinoUno. Dalam praktek lain, pin RS dapat dihubungkan ke pin 0 pada Board Arduino Uno.
5. Pin 5 LCD atau RW (Read/Write) di hubungkan ke pin GND pada ProtoBoard (-).
6. Pin 6 LCD atau E di hubungkan ke pin 11 pada Board Arduino Uno
Dalam praktek lain, pin E(enable) dapat dihubungkan ke pin 1 pada Board Arduino Uno
Pin 7 atau D0 – blank
Pin 8 atau D1 – blank

Pin 9 atau D2 – blank

Pin 10 atau D3 – blank

Pin 11 atau D4 di hubungkan ke pin 5 pada Board Arduino Uno

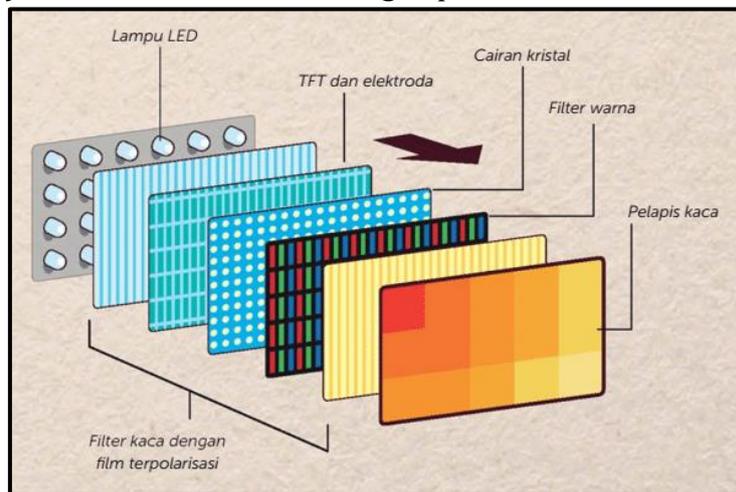
Pin 12 atau D5 di hubungkan ke pin 4 pada Board Arduino Uno

Pin 13 atau D6 di hubungkan ke pin 3 pada Board Arduino Uno

Pin 14 atau D7 di hubungkan ke pin 2 pada Board Arduino Uno

Pin 15 atau A(anoda) di hubungkan ke ke + 5V pada ProtoBoard (+) dengan resistor 220 ohm seri.

Pin 16 atau K(katoda) terakhir ke GND pada ProtoBoard (-). Hubungkan Potensiometer 10 KOhm ke +5v(kaki kanan) pada ProtoBoard (+) dan ke GND(kaki kiri) pada ProtoBoard (-), dan Pin LCD 3 ke kaki tengah pada Potensiometer



Gambar 2.24 Bagian-bagian LCD

(Sumber: Tecnorus)

2.9.1. Cara Kerja LCD

Layar LCD dapat menampilkan gambar yang kualitas gambarnya ditentukan oleh jumlah piksel. Semakin tinggi jumlah piksel, semakin tinggi resolusi gambar yang dapat

ditampilkan di layar. Piksel ini dapat dibagi menjadi tiga sub-piksel, masing-masing biru, merah dan hijau. Jika kombinasi warna ini diatur, setiap piksel nantinya dapat menghasilkan warna yang berbeda. Cara Kerja LCD Menampilkan Piksel Berwarna Hitam sebagai berikut :

1. Cahaya latar belakang putih yang datang dari belakang dipolarisasikan oleh polarizer horizontal. Dengan cara ini hanya cahaya yang dapat merambat secara horizontal dan melewatinya.
2. Transistor menghantarkan listrik di berbagai molekul kristal cair, dan lampu latar langsung masuk tanpa mengalami perubahan apa pun. Cahaya kemudian langsung disaring oleh polarizer vertikal.
3. Polarizer ini memiliki kemampuan khusus untuk memblokir cahaya yang ditransmisikan secara horizontal.
4. Saat cahaya terhalang oleh polarizer vertikal, cahaya ini tidak mencapai layar, sehingga pikselnya sangat gelap.

Cara Kerja LCD Menampilkan Berbagai Warna lainnya sebagai berikut :

1. Cahaya latar belakang putih yang datang dari belakang dipolarisasikan oleh polarizer horizontal. Oleh karena itu, hanya cahaya yang dapat merambat secara horizontal melaluinya.
2. Transistor menghentikan arus yang mengalir melalui molekul kristal. Akibatnya, kristal cair memutar polarisasi cahaya, pertama horizontal dan kemudian vertikal.
3. Cahaya kemudian langsung disaring oleh polarizer vertikal. Polarizer ini bertindak sebagai pemblokir untuk cahaya yang bergeser secara horizontal dan memungkinkan cahaya dengan polarisasi yang diubah untuk melewatinya.
4. Dan ketika cahaya mengenai lapisan piksel, warna yang berbeda langsung ditampilkan di layar LCD.

2.10. Charger Controller

Solar charge controller adalah komponen untuk pembangkit listrik tenaga surya, memiliki fungsi sebagai pengisi baterai (kapan baterai diisi dan menjaga pengisian baterai) dan untuk mengatur arus listrik yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar (Ihza Mahendra et al., 2022). Dalam penggunaan panel surya dengan sistem off-grid, terdapat sebuah alat yang penting untuk diperhatikan. Alat tersebut adalah SCC (*Solar Charge Controller*), terpasang di antara panel surya dan baterai. SCC adalah sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke dalam baterai. Pengontrol pengisian daya surya atau *Solar Charge Controller* (SCC) salah satu fungsinya mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan dengan membatasi jumlah dan laju pengisian daya ke baterai. *Solar Charge Controller* (SCC) juga mencegah pengurasan baterai dengan mematikan sistem jika daya yang tersimpan turun di bawah kapasitas 50 persen dan mengisi baterai pada level voltase yang benar. Ini membantu menjaga baterai lebih awet dan sehat. Berikut gambar solar charger controller ditunjukkan pada Gambar 2.25 (Saleh et al., 2022).



Gambar 2.25 Solar Charger Controller
(Sumber: M.icasolar.com) (Sumber: voltage)

Ada dua jenis pengontrol pengisian daya yang perlu dipertimbangkan: controller *Pulse Width Modulation* (PWM) dan controller *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Pengontrol pengisian daya PWM adalah teknologi yang lebih lama dan lebih murah, sayangnya kurang efisien dibanding

pengontrol pengisian MPPT. Keduanya banyak digunakan dan melakukan fungsi serupa untuk menjaga masa pakai baterai. Selain itu, penting untuk menunjukkan bahwa pembahasan ini bukanlah masalah mana yang terbaik secara keseluruhan, tetapi berdasarkan kebutuhan masing-masing pengguna. Selain itu, kami sangat menyarankan untuk membeli *Solar Charge Controller* (SCC) berkualitas tinggi karena controller hanya menyumbang sebagian kecil dari total biaya sistem.

Fungsi solar charger control antara lain :

1. Mengubah arus DC bertegangan tinggi dari panel surya menjadi arus bertegangan rendah menyesuaikan dengan kapasitas baterai, seperti menjadi tegangan 48 VDC.
2. Mengurangi arus pengisian ke baterai saat status baterai sudah penuh, cara kerja ini dimaksudkan untuk melindungi baterai dari pengisian berlebih. Baterai yang dicas terus menerus walaupun sudah penuh bisa mengakibatkan munculnya gas dan bahkan ledakan.
3. Mengoptimalkan transfer daya dari panel surya ke baterai dengan algoritma Maximum Power Point Tracker (MPPT)
4. Mencegah arus balik dari baterai yang menuju ke panel surya saat malam atau ketika intensitas sinar matahari kurang mencukupi
5. Menampilkan informasi tegangan, arus, besaran energi dari panel surya, dan energi yang dikirim ke baterai.

Maximum Power Point Tracker (MPPT) adalah teknik yang dipakai oleh Solar Charge Controller atau inverter jaringan untuk melacak dan mendapatkan daya maksimum dari panel surya. Spesifikasi ideal solar charger controller yang baik :

1. Input arus masukan dan tegangan maksimum SCC lebih tinggi dari arus dan tegangan maksimum panel surya yang terhubung dengan mempertimbangkan suhu pada panel surya.

2. Temperatur yang kurang dari 25°C bisa menaikkan tegangan output panel surya, sedangkan suhu yang lebih tinggi bisa menaikkan arus keluarannya. *Safety margin* atau batas aman adalah 1,25 untuk arus dan tegangan masukan.
3. Pilih SCC dengan efisiensi minimal 98% pada tegangan sistem dan dilengkapi MPPT
4. Dilengkapi sistem proteksi polaritas terbalik (*input reverse polarity*) di sisi input, untuk mencegah jika tidak sengaja salah menyambungkan kabel
5. Dilengkapi proteksi dari tegangan tinggi baterai (*high voltage disconnect*), agar proses pengisian otomatis berhenti saat tegangan baterai mencapai batas yang ditentukan dan menghindari pengecasan baterai berlebihan
6. Dilengkapi proteksi arus berlebih (*overcurrent*), minimal tertulis rating 125% dari arus hubungan arus pendek panel surya
7. Dilengkapi proteksi tegangan berlebih (*overvoltage*) yang dipasang disisi input panel surya
8. Dilengkapi proteksi *ground fault*, untuk melindungi kabel saat konduktor panel surya menyentuh sistem pembumian (*grounding*)
9. Pengisian baterai dengan kompensasi temperatur adalah kemampuan *Solar Charge Controller* mengendalikan tegangan pengisian (*charging*) berdasarkan suhu baterai.
10. Pilih SCC sesuai teknologi baterai, karena setiap baterai punya spesifikasi berbeda maka perlu konfigurasi yang tepat saat merancang dan instalasi.
11. Arus output SCC seharusnya tidak lebih tinggi dari arus pengisian baterai. Batas pemutusan (*cut-off limit*) adalah angka ambang pemutusan tegangan tinggi dari baterai, nilai ini diatur berbeda-beda menyesuaikan baterai yang digunakan.
12. Gunakan SCC dengan tampilan yang mudah dioperasikan untuk mengatur dan memantau status SCC.

13. Selalu pastikan telah diuji dan disertifikasi dengan standar IEC 62509
14. Pastikan diproduksi oleh perusahaan resmi yang menyediakan prosedur garansi yang jelas
15. Apabila ingin menghubungkan paralel SCC, pastikan menggunakan tipe dan merk yang sama.

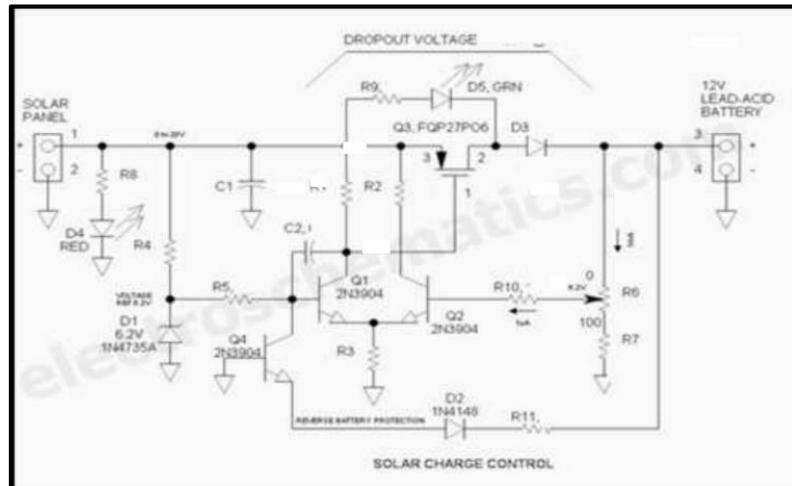
2.10.1. Prinsip Kerja Charger Control

Prinsip kerja Solar Charge Controller terbagi menjadi dua yaitu pada saat mode charging dan mode opration.

1. Mode Charging: pengisi baterai dan menjaga pengisian jika baterai sudah mulai penuh.
2. Mode Operation: Penggunaan baterai ke beban, baterai ke beban akan diputus jika baterai sudah mulai 'kosong'

Charging Mode Solar Charge Controller, dalam mode charging, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging:

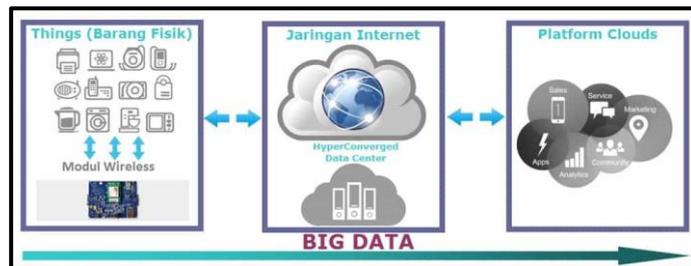
1. Fase bulk yaitu baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya/solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
2. Fase absorption yaitu pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
3. Fase float yaitu baterai akan dijaga pada tegangan float setting, beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya/solar cell pada stage ini. Mode Operation Solar Charge Controller, Pada mode ini apabila ada over-discharge atau over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban, hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai.



Gambar 2.26 Rangkaian Solar Charger Control
(Sumber: voltage)

2.11. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep mengenai terhubungnya bendabenda di sekitar kita dengan suatu jaringan. IoT mengacu pada interkoneksi jaringan benda sehari-hari, yang sering dilengkapi dengan kecerdasan. Berikut merupakan gambar konsep IoT yang ditujukan pada Gambar 2.27.



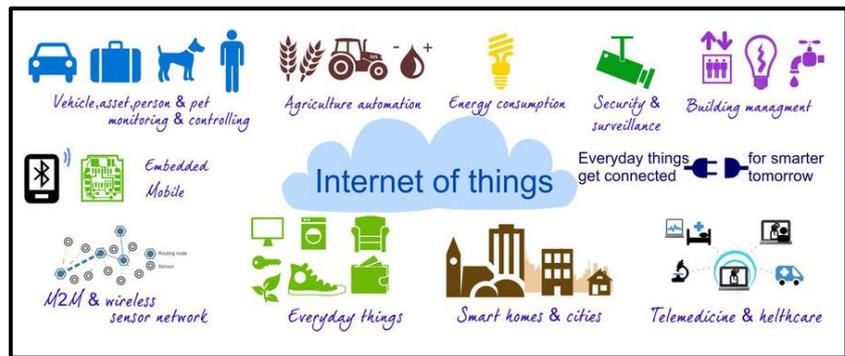
Gambar 2.27 Konsep IoT
(Sumber: Mobanasesemka)

Menurut IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) Internet of things (IoT) didefinisikan sebagai sebuah jaringan dengan masing-masing benda yang tertanam dengan sensor yang terhubung kedalam jaringan internet. IoT mampu

menghubungkan miliaran atau triliun benda-benda yang memiliki IP melalui internet, sehingga ada kebutuhan kritis akan arsitektur berlapis fleksibel. Semakin banyak jumlah arsitektur yang diajukan belum terkonvergensi menjadi model referensi. Sementara itu, ada beberapa proyek seperti Internet of Things (IoT-A) yang mencoba merancang arsitektur bersama berdasarkan analisis kebutuhan peneliti dan industri IoT mampu menghubungkan miliaran atau triliun benda-benda yang memiliki IP melalui internet, sehingga ada kebutuhan kritis akan arsitektur berlapis fleksibel. Semakin banyak jumlah arsitektur yang diajukan belum terkonvergensi menjadi model referensi. Sementara itu, ada beberapa proyek seperti *Internet of Things* (IoT-A) yang mencoba merancang arsitektur bersama berdasarkan analisis kebutuhan peneliti dan industry.

2.11.1. Mekanisme Kerja IoT

Cara kerja dari program ini sangat sederhana. Dengan menggunakan instruksi program terandung setiap perintah dapat menghasilkan sebuah interaksi pada sesama perangkat yang terhubung secara langsung tanpa kehadiran intervensi dari pengguna. Bisa dikatakan bahwa teknologi ini di atur sedemikian rupa agar memudahkan pengguna dalam melakukan control jarak jauh terhadap suatu objek kendali. Faktor utama dari kelancarannya adalah stabilisasi jaringan konktivitas. Dimana konektivitas menjadi kunci dari keberhasilan terhubungnya sistem dan perangkatnya. Manusia hanya menjadi pengawas dan memonitor setiap aktivitas dari perangkat ketika sedang menjalankan perintah.



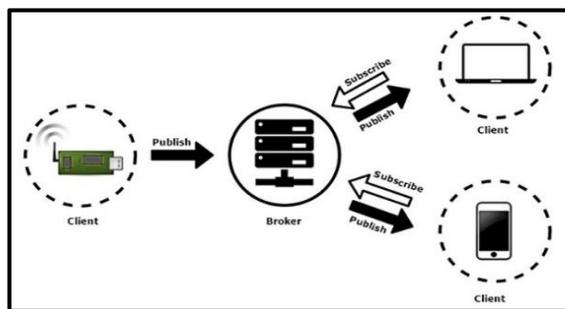
Gambar 2.28 Mekanisme Kerja IoT
(Sumber: Kaizanmantra)

Ada 3 manfaat utama bisa didapatkan ketika menggunakan teknologi ini dalam kegiatan sehari-hari. Pertama, kegiatan akan lebih efisien dengan pengendalian jarak jauh yang ditawarkan. Sehingga beberapa tugas bisa terselesaikan dalam waktu bersamaan. Kedua, memiliki monitor kerja praktis. Menggunakan IoT sebagai pengendali bisa melakukan kontrol aktivitas dimana dan kapanpun. Selain itu juga bisa mendapat rekomendasi dari aktivitas apa ingin dikerjakan sehingga seluruh kegiatan akan lebih mudah terlaksananya. Ketiga, koneksi tidak sulit. Konektivitas yang dibentuk akan menjadi lebih mudah dikarenakan semakin baik suatu koneksi antara device terhubung maka sistem perangkat akan berjalan lebih cepat dan sangat efektif. Manfaat kamu dapatkan dengan menggunakan teknologi modern ini sangat mendukung aktivitas diluar rumah ketika ingin menjalankannya tentu bisa melakukan kontrol jarak jauh. IoT adalah salah satu program serba guna dan cocok untuk digunakan di era digital seperti saat ini. *internet of things* mencakup berbagai tahapan kerja, mulai dari penyaringan informasi hingga pengolahan data. Namun, semua sistem IoT yang lengkap sejatinya serupa. Sebab, mereka mewakili empat komponen atau unsur berbeda yang sudah diintegrasikan. Masing-masing unsur pun sifatnya saling

melengkapi. Dalam arti, aplikasi *internet of things* dapat berjalan karena unsur-unsur tersebut bekerja dalam satu lingkungan yang sama.

2.12. Virtuino

Virtuino merupakan aplikasi yang dapat digunakan pada perangkat keras android dan diunduh di playstore secara gratis, aplikasi ini memiliki fungsi sebagai controller Arduino, raspberry pi, dan sejenisnya melalui internet, Virtuino ini dirancang untuk dapat mengontrol media jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, visual, dan melakukan banyak hal lainnya, Ada beberapa Komponen utama dalam aplikasi tersebut yaitu Virtuino App, Virtuino server, dan VirtuinoLibrary. Aplikasi ini memvisualisasikan proyek Arduino dengan widget seperti LED, tombol, switch, menampilkan nilai, instrumeNT regulator, dan lain-lain (Jovanović et al., 2020) Berikut gambar prinsip kerja virtuino ditunjukkan pada Gambar 2.29.



Gambar 2.29 Virtuino

(Sumber: Netpie)

Aplikasi Virtuino yang telah terdownload dapat langsung dioperasikan, fitur-fitur yang terdapat di aplikasi ini dapat di setting sesuai kebutuhan, seperti dashboard proyek dan mengatur tombol, slider, grafik, dan widget lainnya ke layar. Menggunakan widget, user dapat mengaktifkan pin dan mematikan atau menampilkan data dari sensor.

2.13. State of The Art

Penelitian tentang Banjir sudah banyak dilaksanakan oleh beberapa peneliti lainnya, namun dalam objek dan peralatan yang beragam, namun pada penelitian yang akan dilaksanakan terdapat kebaruan tentang penggunaan panel surya dan virtuino sebagai penunjang peralatan yang akan dikembangkan untuk pendeteksian banjir langsung ke beberapa sungai yang ada di bawah pengawasan BPBD Kabupaten Aceh Utara. Adapun beberapa state of the art dari penelitian-penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 2.7 State of The Art tentang Banjir

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Teknik Analisis	Hasil penelitian	Perbedaan
1.	Riny Sulistyowati, Hari Agus Sujono, Ahmad Khamdi Musthofa (2015)	Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler dengan Media Komunikasi SMS Gate Way	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Sistem pemantauan ketinggian permukaan air ini dilakukan dengan mengimplementasikan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler, yang akan mengetahui ketinggian permukaan air yang dibuat pada level-level tertentu	Tidak ditampilkan dalam bentuk virtual dan secara realtime dan tidak dapat melihat Riwayat hail pembacaan sensor.
2.	Martalia. Andayani, Widyaningrum, m.Indrasari, Bambang. H. Iswanto (2016)	Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai Sensor Pendeteksi Jarak pada Prototipe Sistem	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Pada kalibrasi yang dilakukan untuk dua buah sensor ultrasonik dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan baik dari jarak	Tidak dapat melihat secara virtual dan secara realtime, tidak dapat membunkan alarm, tidak dapat melihat

	Peringatan Dini Bencana Banjir		14 cm hingga 250 cm dengan kesalahan relatif maksimum sebesar 4.33%	Riwayat hasil pembacaan sensor.	
3.	Mokh. Sholihul Hadi, Danang Alfian Tricahyo, Dimas Kurniawan Sandy, Fauzy Satrio Wibowo (2017)	IoT Cloud Data Logger untuk Sistem Pendeteksi Dini Bencana Banjir pada Pemukiman Penduduk Terintegrasi Media Sosial	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Alat mampu mendeteksi perubahan ketinggian air dan mengirimkan status bahayanya terintegrasi melalui saluran media social twitter.	Tidak ditampilkan pada aplikasi virtuino, harus memasuki website
4.	Moh. Fikullah Habibi (2018)	Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir Berbasis Arduino	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Pengujian modul wifi esp8266 masih terdapat beberapa error, sehingga modul wifi esp 8266 masih belum bisa digunakan untuk proses pengiriman data.	Tidak dapat melihat Riwayat hasil dari pembacaan sensor
5.	Achmad Muzakky, Akhmad Nurhadi, Ashuri Nurdiansyah, Galih Wicaksana, Istiadi. (2018)	Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Sistem deteksi level air yang dapat menginformasik an level aman, siaga, awas serta dapat memberikan notifikasi. Dengan demikian sistem deteksi ini akan dapat dimanfaatkan untuk informasi awal terjadinya	Tidak dapat melihat satuan ketinggian secara realtime, tidak dapat menyimpan hasil pembacaan sensor

banjir.

- | | | | | | |
|----|---|---|--------------------------------------|---|---|
| 6. | Shandi Sonna Mahardika, Wijaya Kurniawan, Fariz Andri Bakhtiar (2019) | Implementasi Sistem Real Time untuk Pendeteksi Dini Banjir berbasis ESP8266 dan Weather API | Metode kuantitatif, Teknik Observasi | Penerapan real time operating sistem pada sistem pendeteksi dini banjir adalah dengan membagi prioritas pada setiap task. Task dengan Proritas tertinggi akan dieksekusi pertama sedangkan task dengan proritas terendah akan dieksekusi paling terakhir. | Tidak menggunakan energi terbarukan |
| 7. | Hari Kurniawan, Dedi Triyanto, Irma Nirmala (2019) | Rancang Bangun Sistem Pendeteksi dan Monitoring Banjir Menggunakan Arduino dan Websit | Metode kuantitatif, Teknik Observasi | Sistem yang dibuat juga dapat memberikan peringatan tentang status level ketinggian air pada saat siaga, waspada dan bahaya yang akan mengirimkan pesan melalui SMS gateway menggunakan SIM800L. | Tidak dapat mengaktifkan alarm, tidak dapat melihat Riwayat hasil pembacaan sensor. |
| 8. | Fuad Dwi Hanggara (2020) | Rancang Bangun Alat Deteksi Dini Banjir Berbasis Internet of Things (Studi | Metode kuantitatif, Teknik Observasi | Ketinggian air sungai secara realtime yang dapat dipantau dari website monitoring dan | Ditampilkan langsung pada aplikasi Virtuino secara realtime |

	Kasus: Kecamatan X)		juga aplikasi smartphone	tanpa harus masuk dalam website	
9.	Wisnu Adi Wicaksono, Lukman Medriavin Si (2020)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Arduino Dengan Metode Fuzzy Logic	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	prototype ini sensor reed switch mendeteksi curah hujan dengan perhitungan Fuzzy Logic yang akan menentukan berapa persen akan terjadi banjir dan sensor ultrasonic mendeteksi ketinggian air, setelah itu akan dikirimkan ke Arduino.	Tidak ditampilkan dalam bentuk virtual dan secara realtime dan tidak dapat melihat Riwayat hail pembacaan sensor.
10.	Heru Purwanto 2020	Rancang Bangun Automasi Water Liquid Sensor Sebagai Alat Deteksi Dini Banjir Berbasis Arduino dengan Notifikasi SMS	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Dalam alat deteksi dini banjir ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu, bagian input menggunakan sensor ultrasonic seri JSN-SR04T, Processing menggunakan Arduino UNO, dan Pada bagian output menggunakan alarm horn, LED indikator, SIM900A serta penggunaan IP camera untuk	Tidak ditampilkan secara realtime dalam virtual, tidak dapat menyimpamn hasil dari pembacaan sensor.

			monitoring jarak jauh dengan dilewatkan jaringan internet.		
11.	Aditya Rahman Alfaridzi, Ekki Kurniawan, Ahmad Sugiana (2020)	IoT Blynk Untuk Sistem Monitoring Pendeteksi Dini Banjir Sungai Citarum Terintegrasi Media Sosial	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Alat ini berhasil mengintegrasikan data dari IoT blynk ke media sosial Twitter, apabila data ketinggian sungai menunjukkan level siaga dan bahaya maka akan mengirimkan notifikasi berupa tweet di Twitter.	Tidak dapat melihat Riwayat hasil dari pembacaan sensor
12.	Ibnu Agung Deswiyani, Solikhun, Sumarno, Poningsih, Sundari Retno Andani (2021)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Ketinggian Air dan Alarm Pemberitahuan Antisipasi Datangnya Banjir Berbasis Arduino Uno	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Pada tinggi akuarium kaca dengan ukuran 30 cm dan lebar akuarium 15 cm. Terdapat nilai pada batas tinggi air dengan status darurat siaga 1 yaitu pada validasi data dengan tinggi air 1cm sampai dengan 10cm dihitung secara mundur atau dari bawah.	Tidak dapat dilihat dari smartphone, tidak dapat menyimpan Riwayat hasil pembacaan sensor.
13.	Rut Dias Valentin (2021)	Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler	Metode kuantitatif, Teknik Observasi	Sistem peringatan dini banjir menggunakan sensor	Tidak ditampilkan pada smartphone.

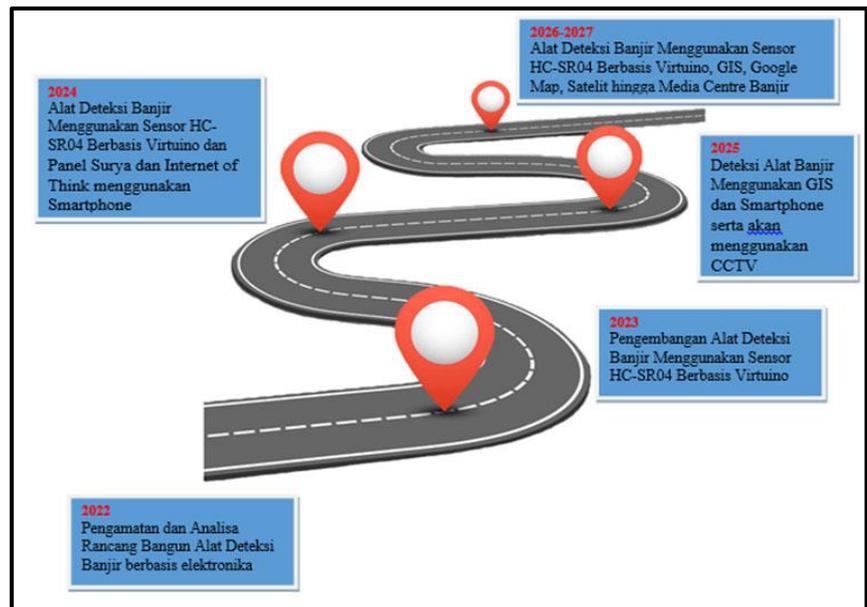
Untuk Sistem	ultrasonik
Peringatan Dini	berbasis arduino
Banjir	ini dapat
	dikembangkan
	lebih lanjut
	seperti
	menggunakan
	LED untuk
	setiap
	peringatan atau
	mungkin dapat
	langsung
	membuka pintu
	air sesuai nilai
	ketinggian air
	yang didapat.

Keterangan:

Pada beberapa kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan dari tahun 2015 yaitu Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler dengan Media Komunikasi SMS Gate Way, artinya kegiatan penelitian tersebut sudah mendapat dukungan dan menarik untuk diteruskan, dan terakhir pada tahun 2021 juga pernah dilaksanakan kegiatan penelitian tentang Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir, oleh karena itu peneliti berharap dapat melanjutkan penelitian tersebut ke arah yang lebih baik melalui pengembangan rancang bangun Alat Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino.

2.14. Road Map Penelitian

Adapun Road Map Penelitian yang sudah dan akan dilaksanakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 2.30 Road Map Penelitian

Keterangan:

Penelitian sudah dilaksanakan dari tahun 2022 dengan mengadakan upaya pengamatan terhadap berbagai sector alam terutama sungai dan air laut yang menjadi objek untuk pelaksanaan kegiatan pengembangan rancang bangun pendeteksian alat banjir ini, di tahun 2022 kami sudah mengumpulkan berbagai data sungai yang ada di Kabupaten Aceh Utara hingga menuju ke laut dimana letak Kabupaten Aceh Utara juga di pesisir laut, pada tahun 2023 kami mencoba merancang bangun alat pendeteksian banjir dengan menggunakan sensor HR-SR04 berbasis virtuino, tahun 2024 akan kami tingkatkan pelaksanaan penelitian akan menggunakan beberapa sensor lain dan akan di koneksikan dengan Panel Surya dan Internet of Think menggunakan Smartphone yang lebih baik lagi, tahun 2025 penelitian akan kami tingkatkan menggunakan GIS dimana setiap rancang bangun alat akan di koneksikan dengan paket data GIS dan Smartphone serta akan menggunakan CCTV untuk memonitor

alat tersebut dan keadaan air yang ada di sungai atau laut, sedangkan tahun 2026 penelitian akan berkerja sama dengan BPBN (Badan Penanggulangan Bencana Nasional) untuk lebih meningkatkan pemetaan daerah-daerah atau sungai-sungai yang memiliki dampak tinggi dalam hal banjir serta membuat Kerjasama dengan pihak Google dalam pemetaan data yang dapat terkoneksi dengan system Google Map yang dimiliki oleh Google melalui website dan aplikasi smartphone. Tahun 2027 kami berharap penelitian ini lebih ditingkatkan lagi baik dari sisi alat atau pendukungnya hingga alat tersebut dapat lebih digunakan secara Nasional atau Internasional melalui berbagai media dan dapat terbentuk Media Centre untuk pemantauan banjir yang ada di setiap daerah demi mengurangi resiko atau dampak yang dialami oleh masyarakat dan dapat membantu pemerintah dalam proses pendeteksian dini dalam banjir.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa Kantor BPBD yang ada di beberapa titik atau daerah yang rawan dengan Banjir yaitu Kabupaten Aceh Utara di Provinsi Aceh.

3.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan secara keseluruhan dari bulan Juni 2023 yang dimulai dengan tahapan persiapan penyusunan proposal penelitian hingga Desember 2023.

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah pada Banjir yang telah berlaku selama 1 tahun belakang di setiap daerah dimana BPBD sebagai salah satu badan yang vertikal langsung di bawah Pemerintahan Kabupaten Aceh Utara di Provinsi Aceh.

3.4. Langkah-langkah Penelitian

Pada langkah ini peneliti membuat diagram alir keseluruhan yang dapat memudahkan untuk menganalisa dan mengimplementasikan sebuah sistem rancangan yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan jalan dari penelitian:

1. Mulai

Untuk memulai suatu perancangan, perlu dilakukan study literatur berkaitan dengan apa yang akan dibahas sehingga dapat dijadikan panduan atau referensi dari masalah yang akan diangkat dalam prototype alat deteksi banjir menggunakan sensor HR-SR04 berbasis virtuino.

2. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap ini penulis membuat perangkat keras rancang bangun alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino.

3. Pengujian dan pengambilan data

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian perancangan dengan fotovoltaik dan mengambil data data tegangan solar panel, baterai serta pengujian sensor ultra sonic.

4. Pengolahan data

Data yang didapatkan diolah dan dilakukan analisis untuk mengetahui parameter pada solar panel 50wp, baterai 5ah dan sensor ultrasonic.

5. Penarikan kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil pengujian dari pengaruh suhu terhadap solar panel, baterai dan sensor.

Dari proses perancangan diagram alir keseluruhan diatas keseluruhan diatas dapat diuraikan :

1. Melakukan studi literatur yakni dengan tinjauan kepistakaan yang terkait dengan mencari referensi seperti jurnal, buku, makalah dan lain-lain.
2. Selanjutnya membuat angkaian simulasi perancangan dengan aplikasi proteus. Jika berjalan berjalan sesuai dengan rencana kita selanjutnya membuat program pada Arduino IDE.
3. Setelah program pada Arduino IDE berjalan sesuai yang kita inginkan maka selanjutnya merancang komponen-komponen perangkat keras ke alat deteksi banjir menggunakan HC-SR04 berbasis virtuino.
4. Setelah tertata sesuai dengan yang kita inginkan selanjutnya memasukan program ke perangkat keras. Apabila program dan alat untuk pengambilan data parameter solar panl menggunakan logger.

5. Setelah alat siap uji, selanjutnya pengambilan data setiap 30 menit dalam 1 hari, lama pengambilan data selama 5 hari'
6. Selanjutnya menarik kesimpulan pada perancangan monitoring splar panel dan pengisian baterai.

3.5. Prinsip Kerja Alat Penelitian

Adapun modul yang dirancang dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 virtuno. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler esp32 untuk mengendlikan seluruh system. Alat ini dilengkapi dengan komponen lain seperti LCD, Sensor ultrasonic, Relay, Panel surya, Solar Charger, Baterai dan Modul stepdown. Alat yang dirancang akan diletakkan pada area yang sering terjadinya banjir. Sensor ultrasonic berperan untuk mendeteksi ketinggian air, sensor akan mengirim data ke mikrokomtroller esp32 akan memproses data tersebut dan mengirimkan notifikasi pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi virtuino. Bersamaan dengan hal tersebut, Data juga akan ditampilkan ke LCD.

3.6. Spesifikasi Alat

Desain mekanik alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino secara keseluruhan sebagai berikut:

1. Panjang : 70 cm
2. Lebar : 105 cm
3. Tinggi : 164 cm

Spesifikasi ukuran alat deteksi banjir menggunakan panel surya berbasis virtuino dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Spesifikasi Ukuran Alat Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino

3.7. Perancangan Kebutuhan Sistem

Sebelum menentukan kapasitas baterai yang akan digunakan pada perancangan alat ini, maka terlebih dahulu perlu dilakukan pendataan kebutuhan daya listrik. Rumus untuk mencari total daya listrik perhari adalah dengan menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$\text{Beban pemakaian} = \text{daya} \times \text{lama waktu pemakaian} \quad (3.1)$$

Kebutuhan daya listrik pada alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kebutuhan Daya pada Alat

Komponen	Jumlah	Waktu (Digunakan)	Daya	Total Daya (Listrik)
Esp32	1	24 jam	36.6 watt	48.72 watt hour
LCD	1	24 jam	0.006 watt	0.114 watt hour
HC-Sr04	1	24 jam	0.2 watt	4.8 watt hour
Total daya yang dibutuhkan				53,638 watt

Total daya dibutuhkan pada alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino selama 24 jam

berdasarkan perhitungan ialah 53,638 watt. Alat deteksi banjir ini menggunakan panel surya sebagai sumber energi dan disimpan tegangan pada baterai maka untuk menentukan kapasitas baterai yang akan digunakan dibutuhkan perhitungan lebih lanjut (Dahlan Abdullah, 2014).

3.7.1. Menentukan Kapasitas Baterai

Energi pada baterai tidak dapat digunakan 100%. Biasanya nilai dieferensiasasi baterai adalah sebesar 20% dari energi total. Sehingga perlu cadangan energi yang harus ditambahkan.

$$\begin{aligned} \text{Cadangan} &= \text{Daya sistem} : (100\% - 20\%) && (3.2) \\ &= 53,638\text{watt} : 80\% \\ &= 67 \text{ watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, daya dasar yang digunakan unutm menentukan baterai adalah 67 watt. Selanjutnya memilih spesifikasi baterai yang tepat. Disini Penulis menggunakan 12v 5Ah. Kemudian hitung Kembali jumlah baterai yang akan digunakan.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= \text{total daya} : \text{kapasitas baterai} && (3.3) \\ &= 67 \text{ watt} : (12 \text{ V} \times 5.2 \text{ Ah}) \\ &= 67 \text{ watt} : 62,4 \\ &= 1.07 \\ &= 1 \text{ (dibulatkan)} \end{aligned}$$

Tabel 3.2 Data Pengujian Alat

Daya (watt)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1.32	12	0.11

Ketahanan baterai pada saat pengujian berdasarkan perhitungan adalah sebagai berikut.

$$P = V \cdot I$$

$$I = P/V$$

Dimana I adalah kuat arus (Ampere). P adalah daya (Watt) dan V adalah tegangan (Volt). Pada pengujian diatas. Besarnya daya yang terukur adalah 1.47 watt. Tegangan terukur adalah 13.38 Volt dan kuat arus yang terukur adalah 0.11 A. Berdasarkan perhitungan, besar kuat arus adalah sebagai berikut.

$$I = P/V$$

$$I = 1.32/12$$

$$I = 0.11$$

Kuat arus yang terukur pada alat ukur maupun berdasarkan perhitungan menunjukkan nilai yang sama. Hal ini menambahkan bahwa tidak terjadinya error pada alat ukur. Kapasitas baterai yang digunakan pada alat ini ialah baterai dengan spesifikasi 12V 5 Ah. Dengan demikian dapat diketahui berapa lama ketahanan baterai yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= 5\text{Ah} / 0.11\text{A} \\ &= 45,45 \text{ hours} \\ &= 45,45 \text{ jam (45 jam 27 menit)} \end{aligned}$$

Dengan demikian diefisiensi baterai 20% maka waktu pemakaian akan berkurang sebanyak 20% sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= 45,45 \text{ jam} - \text{diefisiensi baterai } 20\% \\ &= 45,45 \text{ jam} - 9.09 \text{ jam} \\ &= 36,36 \text{ jam (36 jam 21 menit)} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa energi baterai dengan kapasitas 12V 5Ah mampu digunakan selama 36 jam 21 menit.

Jadi kebutuhan baterai dengan kapasitas 12V 5,2 Ah pada perancangan alat ini adalah 1 pcs. Namun pada alat ini juga ditambahkan panel surya untuk mempermudah pengelolaan daya yang dibutuhkan alat ini.

3.7.2. Perancangan dan Pembuatan Mekanik

Berikut adalah desain 3D yang akan dibangun sebagai gambaran dalam pembuatan alat deteksi banjir secara real. Desain 3D dapat dilihat pada Gambar 3.2

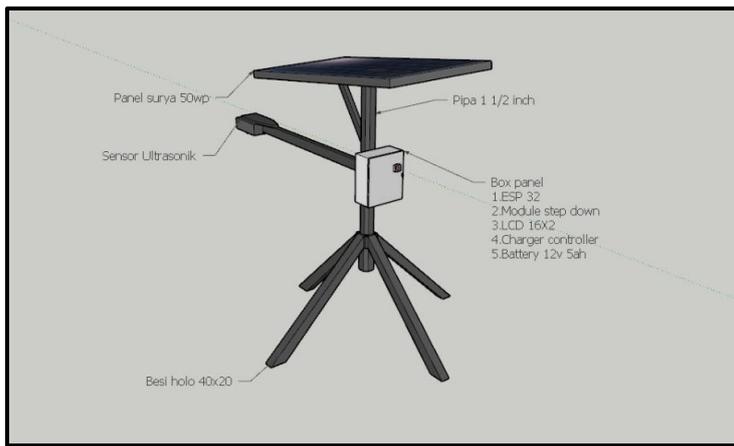


Gambar 3.2 Desain Keseluruhan

Alat deteksi banjir ini akan diletakkan pada pinggir sungai, Rancangan letak pemasangan alat pada area indikasi longsor serta penempatan komponen pendukung ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain Tampak Samping



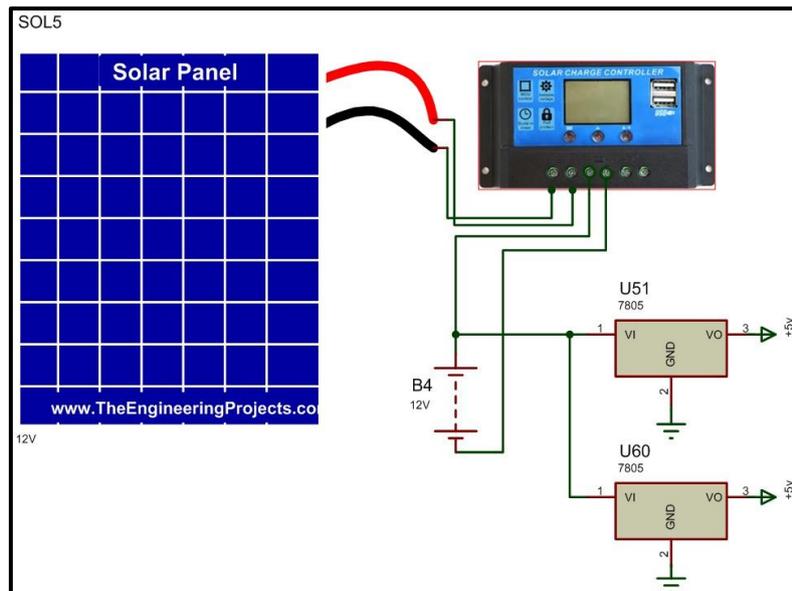
Gambar 3.4 Tata Letak Komponen Pendukung

3.8. Perancangan Rangkaian

Tahap perancangan terdiri atas perancangan mekanik dan perancangan program. Pada perancangan mekanik dilakukan pembuatan kerangka alat. Kerangka alat deteksi banjir menggunakan panel surya berbasis virtuino ini dibuat dengan besi hollow serta dilengkapi dengan modul esp32 yang digunakan untuk mendeteksi lokasi banjir. Perancangan program meliputi tahapan pembuatan program menggunakan Bahasa C++ melalui aplikasi Arduino ide, perancangan rangkaian elektronik dan proses pengapload-an program.

3.8.1. Rangkaian Panel Surya dengan Baterai

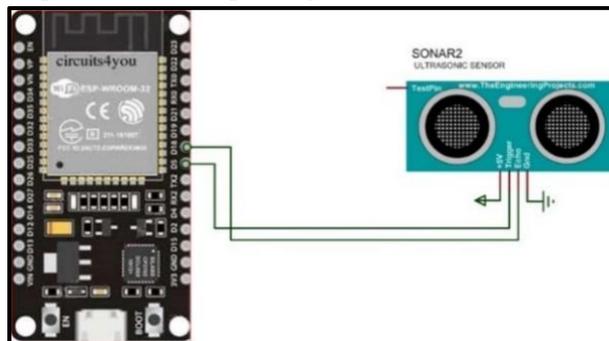
Panel surya yang digunakan adalah panel surya 50 wp yang akan dijadikan sebagai sumber tegangan, panel surya ini akan mengirimkan tegangan pada baterai, namun agar tegangan terkontrol maka harus dialirkan pada solar charger controller lalu disambungkan pada baterai 12v. pin koneksi panel surya ke baterai pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian Panel surya dan Baterai

3.8.2. Rangkaian ESP32 ke Sensor HC-SR04

ESP32 pada penelitian ini akan digunakan sebagai pengontrol seluruh sistem, esp32 akan dihubungkan pada sensor HC-SR04 untuk mengukur jarak yang akan diterima oleh esp32 pada penelitian ini pada gambar 3.6.

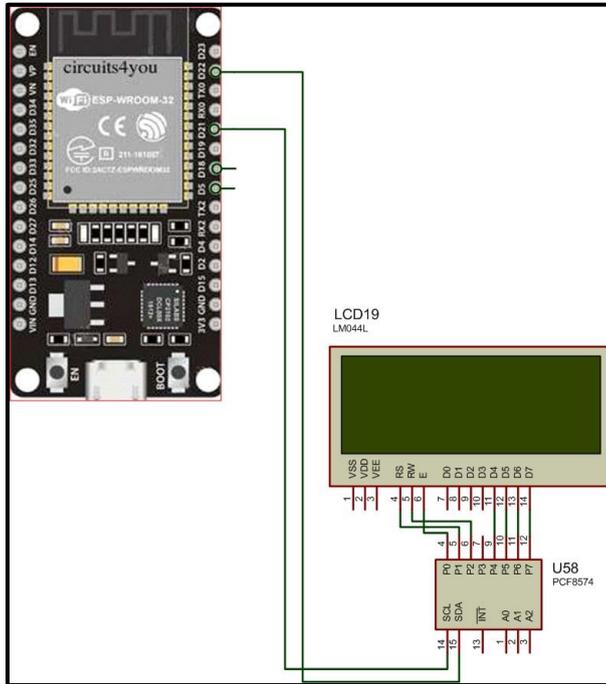


Gambar 3.6 Rangkaian ESP32 dan Sensor HC-SR04

Skema rangkain pada gambar 3.6 yang digunakan yaitu pin D5 dan D12 yang digunakan pengirim dan penerima data sensor HC-SR04.

3.8.3. Rangkaian ESP32 dan LCD 16 x 2

Esp32 pada penelitian ini juga akan dihubungkan pada lcd 16x2 agar dapat menampilkan hasil yang dibaca oleh sensor pada perangkat ini dan akan ditampilkan pada lcd16x2 pada gambar 3.7.

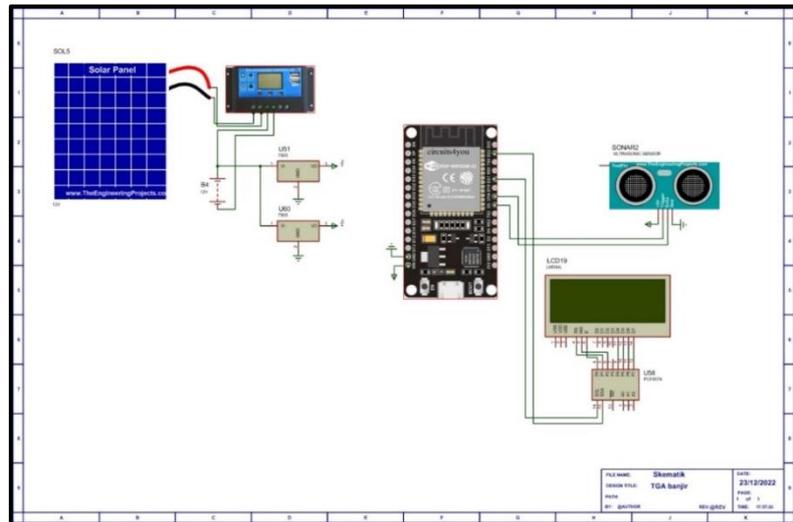


Gambar 3.7 Rangkaian esp32 dan lcd 16x2

Rangkaian diatas menunjukan pin yang digunakan pada esp32 hanya 2 pin yaitu pin d21 dan pin d22 yang dikaitkan pada pin scl dan sda yang terdapat pada pin LCD.

3.8.4. Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian sistem perangkat elektronik alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino diperlihatkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rangkaian Keseluruhan

Dari gambar diatas merupakan system perangkat keras deteksi banjir menggunakan HC-SR04 berbasis virtuino yang akan dibuat pada peneltian ini. Pada sistem tersebut terdapat panel surya sebagai penghasil listrik dan dilengkapi dengan charger kontroler yang mengatur arus listrik yang masuk pada baterai sebelum dialiri daya k mikrokontroller disuolay ke module stepdown untuk menurunkan tegangan ri 12 volt ke 5 volt yang akan diterima oleh mikrokomtroller esp32, Adapun untuk monitoring terdapat komponen-komponen yang dilengkapi pada box panel. box panel tersebut digunakan sebagai proteksi komponen-komponen yang mendukung alat ini agar terproteksi dari faktor alam, mikroprosesor esp32 digunakan sebagai pengendali seluruh sistem dan sensor pada alat ini, sensor ultrasonic digunakan untuk mengukur jarak air kemudian dikirimkan ke esp32 dan ditampilkan ke LCD 16x2.

3.9. Perancangan Program

Berikut merupakan program dari alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino yang telah dibuat.

3.9.1. Library Program

Berikut ini merupakan library program yang telah dibuat untuk penyimpanan pada file.

```
#include "ThingSpeak.h"
#include "secrets.h"
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

3.9.2. Program SSID WIFI

Program ini digunakan untuk menghubungkan WIFI ke Aplikasi Virtuino. Berikut merupakan program SSID WIFI yang telah dibuat.

```
#define SECRET_SSID "tselhome-D951" // Ganti dengan
Username internet yang tersedia
#define SECRET_PASS "4TF902R8BA5" // Ganti dengan
Password internet yang tersedia
#define SECRET_CH_ID 1993462 // Ganti dengan channel
number Thingspeak
#define SECRET_WRITE_APIKEY "IVB2IBYYRYL4DW5D" //
Ganti dengan API Write key Thingspeak
```

3.9.3. Program Inisialisasi

Program ini digunakan untuk menginput mikrokontroller, pada esp32 yang digunakan untuk sensor yaitu pin 27 dan pin 28. Berikut merupakan program inisialisasi.

```
const int trigPin = 27;
const int echoPin = 26;
int actual_height = 0;
int maximumRange = 32;
long duration;
```

```
int distance;  
long jarak_sebenarnya = 0;
```

3.9.4. Program Kalibrasi Sensor HC-SR04

Berikut merupakan Program kalibrasi sensor HC-SR04 yang telah dibuat

```
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
distance = duration*0.034/2;  
jarak_sebenarnya = maximumRange - distance;
```

3.9.5. Program Perintah

Berikut program perintah yang telah dibuat untuk manajemen keseluruhan sistem.

```
if ((distance <= 10) && (distance >= 5)){  
Serial.print("Level air Aman"); }  
if ((distance <= 20) && (distance >= 10)){  
Serial.print("Level siaga"); }  
else if ((distance <= 40) && (distance >= 20)){  
Serial.print("Level Bahaya"); }
```

3.9.6. Program Penghubung Wifi dan ESP32

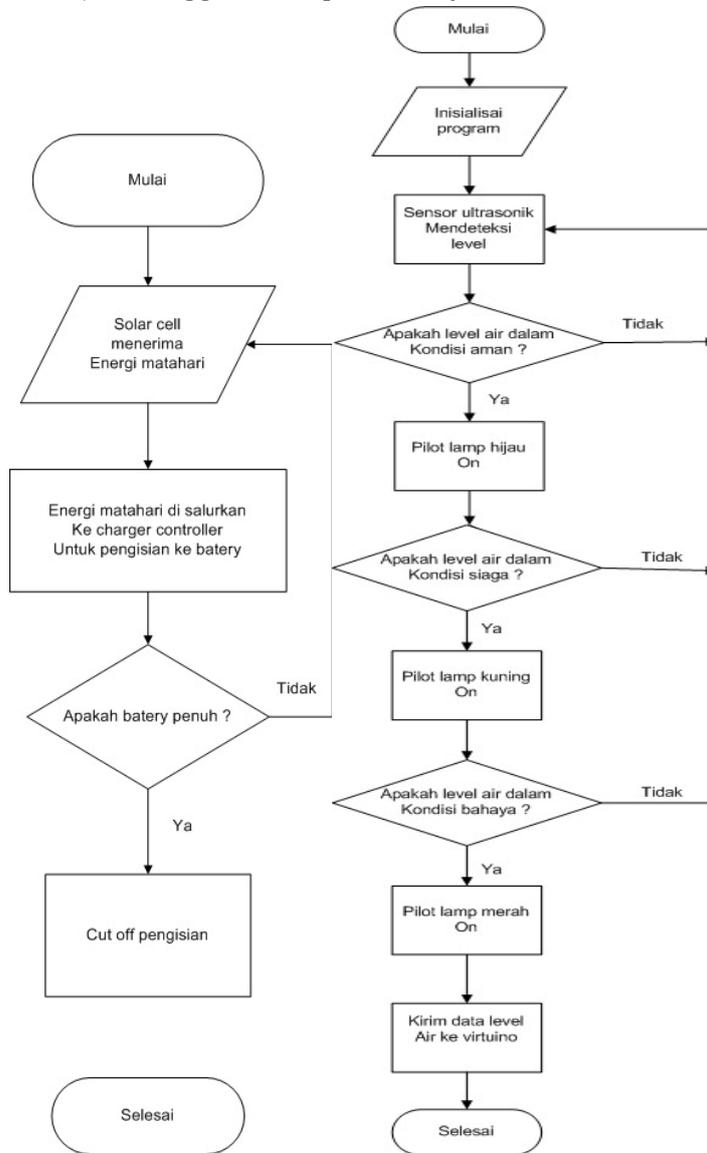
Berikut adalah Program penghubung antara ESP32 dan WIFI berikut yang telah dibuat.

```
if ((millis() - lastTime) > timerDelay) {  
if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){  
Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");  
Serial.println(SECRET_SSID);  
while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){  
WiFi.begin(ssid, pass); //Mencoba untuk menghubungkan ke  
internet  
Serial.print(".");  
delay(5000);  
}  
Serial.println("\nConnected.");
```

}

3.10. Flowchat Alat Penelitian

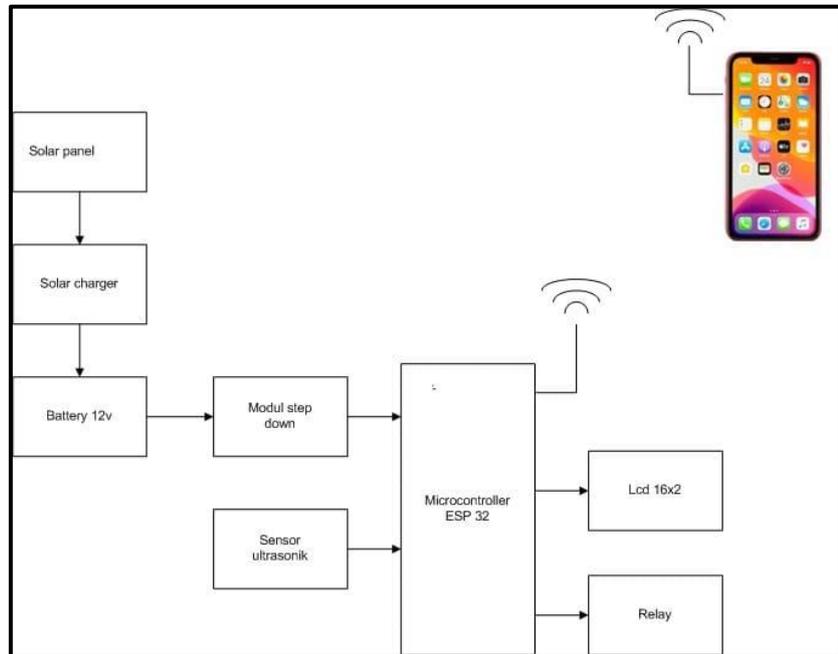
Berikut ini adalah diagram alir pada perancangan alat deteksi banjir menggunakan panel surya berbasis virtuino.



Gambar 3.9 Diagram Alir Alat Deteksi Banjir Menggunakan Panel Surya Berbasis Virtuino

3.11. Blok Diagram

Perancangan Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis virtuino ini memiliki perangkat keras yang mendukung dalam pengoperasiannya. Blok diagram dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Blok Diagram Alat Deteksi Banjir Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Virtuino

Penjelasan diagram block diatas adalah sebagai berikut:

1. Panel surya digunakan sebagai sumber energi listrik yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik
2. Solar charger digunakan sebagai pengontrol arus listrik yang masuk dari panel surya ke baterai yang berlebihan
3. Baterai digunakan sebagai simpanan energi yang disalurkan dari panel surya
4. Modul stepdown digunakan untuk menurunkan arus listrik yang akan dialiri pada mikrokontroler esp32
5. Sensor ultrasonic digunakan untuk mengukur jarak ketinggian air

6. Mikrokontroler esp32 digunakan untuk Mengendalikan seluruh system
7. LCD digunakan untuk menampilkan ketinggian air
8. Saklar digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan arus pada alat

3.12. Anggaran Biaya

Adapun rencana anggaran biaya yang akan saya butuhkan dalam melaksanakan penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.3 Ringkasan Anggaran Biaya Penelitian

No	Uraian	Jumlah (Rp.)
1.	Honorarium petugas laboratorium, pengumpul data, pengolah data, penganalisis data, honor operator, dan honor pembuat laporan, tenaga administrasi (maksimum 20%)	7.540.000
2.	Pembelian bahan habis pakai untuk ATK, fotocopy, surat menyurat, penyusunan laporan, cetak, penjilidan laporan, publikasi, pulsa, internet, bahan laboratorium, langganan jurnal (maksimum 40%)	13.080.000
3.	Perjalanan untuk biaya survei/sampling data, seminar/workshop DN-LN, biaya akomodasi-konsumsi, transport (maksimum 20%)	5.880.000
4.	Sewa untuk peralatan/mesin/ruang laboratorium, kendaraan, kebun percobaan, peralatan penunjang penelitian lainnya (maksimum 20%)	12.000.000
Jumlah		55.000.000

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi Tahun 2023.

Rencana anggaran tersebut dapat disesuaikan dengan keadaan saat ini dan masa yang akan datang dimana saat pelaksanaan penelitian akan dikerjakan.

3.13. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal kegiatan yang akan saya laksanakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.4 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan dan Pengajuan Proposal					■	■						
2.	Penjajakan instansi terkait pengambilan data						■						
3.	Surat Izin pengambilan data dari Kampus ke Instansi terkait							■	■				
4.	Pengambilan Data							■	■				
5.	Pengolahan Data								■				
6.	Analisa Data									■			
7.	Kesimpulan										■		
8.	Penyusunan Laporan											■	
9.	Pembuatan Artikel untuk Publikasi pada Jurnal Internasional Bereputasi dan HKI												■

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tujuan Pengujian

Pengujian alat ini untuk membuktikan kebenaran dari program yang telah dibuat. Pengujian tersebut membutuhkan pengecekan kebenaran terhadap setiap peralatan yang terhubung dengan mikrokontroller ESP32 dan dibutuhkan pengujian setiap blok komponen yang digunakan sehingga akan didapatkan hasil yang diinginkan. Dengan demikian apakah program yang telah dirancang sudah dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh. Blok rangkaian elektronika yang terdapat pada perancangan alat yang akan di uji dan di analisis yaitu:

1. Pengujian tegangan komponen elektronik
2. Pengujian Panel Surya
3. Pengujian pengecasan baterai.
4. Pengujian keakuratan sensor.
5. Pengujian delay pada aplikasi virtuino dan lcd
6. Pengujian program

4.2. Hasil Rancangan Alat Deteksi Banjir

Alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino dibuat khusus untuk mendeteksi ketinggian air. Alat ini merupakan alat sederhana yang memanfaatkan mikrokontroller esp32 dan media monitoring secara realtime melalui smartphone. Alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino ini terdiri dari kerangka alat yang umumnya terbuat dari besi, Sensor HC-SR04, panel surya dan box controller. Sumber daya utama pada alat berasal dari panel surya dengan kapasitas 50wp dan disimpan pada baterai 12V 5ah. Adapun hasil dari rancangan alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis virtuino dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alat Secara Real

Gambar 4.1 Desain Real alat deteksi banjir menggunakan sensor HC-SR04 berbasis Virtuino.

Box controller digunakan sebagai wadah rangkaian komponen elektronik.

Box panel yang digunakan berukuran 35cm x 25cm. Adapun box panel dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Box Panel Control

Adapun dalam box panel tersebut terdapat beberapa komponen-komponen elektronik yang terdiri dari baterai 5v 5ah, solar charger control 20a, module stepdown dan mikrokontroller esp32. Box tersebut digunakan agar terproteksi seluruh komponen-komponen dikarenakan rangkaian tersebut mudah terjadinya konslate apabila menempel debu dan terjadinya kelembapan pada permukaan rangkaian.



Gambar 4.3 Box Panel Alat control

4.3. Pengujian Tegangan Kerja Komponen Elektronik

Adapun tegangan kerja komponen-komponen elektronik yang akan digunakan pada seluruh sistem ini dapat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Tegangan Kerja Komponen Alat Deteksi Banjir

Perangkat Elektronik	Tegangan Input
Panel surya	50 wp
Modul stepdown	12.30
Relay	5.07 V DC
LCD	5.10 V DC
Baterai	12V 5ah
Sensor HC-SR04	5.01 V

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa setiap perangkat elektronik diberikan sesuai dengan tegangan pada setiap perangkat elektronik diberikan sesuai dengan tegangan pada alat *sheet* masing masing perangkat elektronik.

4.4. Analisis Keseluruhan

Pada pembuatan alat ini, mikrokontroller merupakan induk dari sistem pengendalian yang dibangun, mikrokontroller menjalankan alat atau modul sesuai dengan program yang telah diberikan. pengujian yang dilakukan merupakan inputan yang diproses oleh mikrokontroller, sehingga menghasilkan output yang dapat mengoperasikan komponen-komponen lain sesuai dengan keinginan dan fungsinya masing-masing. Pada mikrokontroller diberikan perintah (masukan) pada saat sensor yang digunakan sebagai detector bekerja sebagai input proses, input data akan diterima oleh mikrokontroller melalui output data dari modul sensor yang digunakan.

4.4.1. Pengujian Tegangan Solar Cell

Tabel 4.2 Pengujian Hari Pertama Solar Cell

No	Jam	Data BMKG (Cuaca)	Tegangan Solar Cell (Volt)
1	09:00	Berawan	19,73 V
2	10:00	Berawan	19,76 V
3	11:00	Berawan	19,83 V
4	12:00	Berawan	20,03 V
5	13.00	Berawan	21,13 V
6	14.00	Berawan	21,04 V
7	15.00	Berawan	20,81 V
8	16.00	Berawan	18,95 V

Pada pengujian solar cell terhadap alat deteksi banjir dengan menggunakan Esp32 sebagai mikrokontroller. Hasil pengujian solar cell dapat dilihat pada tabel 4.2 Hasil pengujian diatas dilakukan per satu jam, dimulai dari jam 09:00 WIB pagi sampai jam 16:00 WIB sore. Pengujian pada jam (09:00 WIB cuaca cerah), (10:00 WIB cuaca cerah), (13:00 WIB cuaca

cerah), (16:00 WIB cuaca mendung), maka nilai tegangannya sebesar (19,73 V), (19,76 V), (19,83 V), (20,03 V),(21,13 V),(21,04 V), (20,81 V), (18,95 V). Perubahan posisi atau kemiringan solar cell pada saat melakukan pengujian akan berpengaruh terhadap daya serap cahaya. Hal ini dikarenakan nilai tegangan akan berubah ketika ada perubahan intensitas cahaya matahari. Dengan demikian, untuk mendapatkan tegangan optimal maka penetapan solar cell di tempatkan pada area terbuka agar solar cell langsung terkena paparan paparan cahaya matahari.

Tabel 4.3 Pengujian Hari Kedua Solar Cell

No	Jam	Data BMKG (Cuaca)	Tegangan Solar Cell (Volt)
1	09:00	Berawan	19,56 V
2	10:00	Berawan	19,56 V
3	11:00	Berawan	19,79 V
4	12:00	Berawan	20,01 V
5	13.00	Berawan	21,08 V
6	14.00	Berawan	21,02 V
7	15.00	Berawan	20,70 V
8	16.00	Berawan	18,78 V

Hasil pengujian solar cell dapat dilihat pada tabel 4.3 Hasil pengujian diatas dilakukan per satu jam, dimulai dari jam 09:00 WIB pagi sampai jam 16:00 WIB sore. Pengujian pada jam (09:00 WIB cuaca cerah), (10:00 WIB cuaca cerah), (13:00 WIB cuaca cerah), (16:00 WIB cuaca mendung), maka nilai tegangannya sebesar (19,56 V), (19,56 V), (19,79 V), (20,01 V),(21,08 V),(21,02 V), (20,70 V), (18,78 V). Hasil yang didapatkan tentu berbeda dengan hari pertama dikarenakan perbedaan intensitas cahaya perubahan posisi atau kemiringan solar cell pada saat melakukan pengujian akan berpengaruh terhadap daya serap cahaya. Hal ini dikarenakan nilai tegangan akan berubah ketika ada perubahan intensitas cahaya matahari. Dengan demikian, untuk mendapatkan tegangan optimal maka penetapan solar cell di tempatkan pada area terbuka agar solar cell langsung terkena paparan paparan cahaya matahari.

Tabel 4.4 Pengujian Hari Ketiga Solar Cell

No	Jam	Data BMKG (Cuaca)	Tegangan Solar Cell (Volt)
1	09:00	Berawan	19,40 V
2	10:00	Berawan	19,51 V
3	11:00	Berawan	19,65 V
4	12:00	Berawan	20,11 V
5	13.00	Berawan	21,20 V
6	14.00	Berawan	21,18 V
7	15.00	Berawan	20,68 V
8	16.00	Berawan	18,71 V

Hasil pengujian solar cell dapat dilihat pada tabel 4.4. Hasil pengujian di atas dilakukan per satu jam, dimulai dari jam 09:00 WIB pagi sampai jam 16:00 WIB sore. Pengujian pada jam (09:00 WIB cuaca cerah), (10:00 WIB cuaca cerah), (13:00 WIB cuaca cerah), (16:00 WIB cuaca mendung), maka nilai tegangannya sebesar (19,40 V), (19,51 V), (19,65 V), (20,11 V), (21,20 V), (21,018 V), (20,68 V), (18,71 V). Hasil yang didapatkan tentu berbeda dengan hari kedua dikarenakan perbedaan intensitas cahaya perubahan posisi atau kemiringan solar cell pada saat melakukan pengujian akan berpengaruh terhadap daya serap cahaya. Hal ini dikarenakan nilai tegangan akan berubah ketika ada perubahan intensitas cahaya matahari. Dengan demikian, untuk mendapatkan tegangan optimal maka penetapan solar cell ditempatkan pada area terbuka agar solar cell langsung terkena paparan paparan cahaya matahari.

4.4.2. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonic bertujuan untuk mengetahui jarak minimum dan maksimum yang dapat diukur oleh sensor ultrasonic HC-SR04. Pengujian terhadap ultrasonic HC-SR04 dilakukan dengan mengukur jarak ketinggian level air.

**Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Ketinggian Level Air dan
SENSOR HC-SR04**

NO	LEVEL AIR	Tinggi Sebenarnya	Error jarak
1	1 cm	1.2 cm	0,2 cm
2	5 cm	5.5	0,5 cm
3	10 cm	11 cm	1 cm
4	15 cm	16.5 cm	1,5 cm
5	20 cm	20.2 cm	0,2 cm
6	25 cm	25.8 cm	0,8 cm
7	30 cm	31.1 cm	1,1 cm
8	35 cm	36.4 cm	1,4 cm
9	40 cm	42.3 cm	2,3 cm
10	45 cm	46.5 cm	3,5 cm
11	50 cm	52.3 cm	2,3 cm

Berdasarkan Tabel 4.5 Jarak minimum yang terukur 1 cm dengan sensor HC-SR04 terdapat error, dapat disimpulkan berdasarkan hasil pengujian sensor bahwasanya sensor dapat membaca mendekati objek dapat membaca jarak yang mendekati dengan sebenarnya dan semakin jauh objek jarak dengan sensor maka semakin besar terdapat error pada sensor HC-SR04.

4.4.3. Pengujian Pengecasan Baterai 12V 5Ah

Tabel 4.6 Tegangan Baterai

NO	WAKTU (Menit)	Tegangan (Volt)
1	2	12,70
2	4	12,77
3	6	12,84
4	8	12,92
5	10	13
6	12	13,08
7	14	13,16
8	16	13,25
9	18	13,38
10	20	13,55

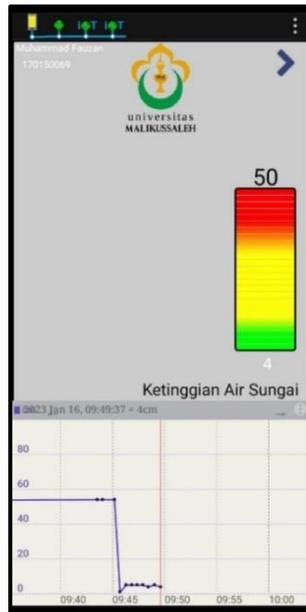
Dari hasil pengujian beban diatas dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan setiap 2 menit sehingga diperoleh data yaitu pada waktu 2 menit menghasilkan tegangan sebesar 12,70 volt baterai terisi sebesar 10%, pada waktu 10 menit menghasilkan tegangan sebesar 13 volt baterai terisi 50% dan pada waktu 20 menit menghasilkan tegangan sebesar 13,35 volt baterai terisi 100%. Berdasarkan hasil pengujian pengisian daya baterai pada kondisi normal.

Pengujian Level Air Dengan Perangkat Lunak

Tabel 4.7 Pengujian Level Air dan Notifikasi Aplikasi

Virtuino		
No	Level air	DATA APLIKASI VITUINO (STATUS)
1	1 cm	1,4 cm
2	5 cm	5,5 cm
3	10 cm	10,6 cm
4	15 cm	15,6 cm
5	20 cm	20,2 cm
6	25 cm	25,8 cm
7	30 cm	30,1 cm
8	35 cm	35,4 cm
9	40 cm	41,3 cm
10	45 cm	46,2 cm
11	50 cm	50,3 cm

Tabel 4.7 menunjukkan notifikasi pada aplikasi virtuino menampilkan nilai yang berbeda dikarenakan sensor HC-SR04 memiliki error, Semakin jauh objek dari sensor makan semakin besar nilai error yang dikirimkan pada aplikasi virtuino.



Gambar 4.4 Data yang Ditampilkan pada Aplikasi Virtuino

Tabel 4.8 Pengujian Data pada Thing Speak

No	Level air	DATA Things Speak (STATUS)
1	1 cm	1,4 cm
2	5 cm	5,5 cm
3	10 cm	10,6 cm
4	15 cm	15,6 cm
5	20 cm	20,2 cm
6	25 cm	25,8 cm
7	30 cm	30,1 cm
8	35 cm	35,4 cm
9	40 cm	41,3 cm
10	45 cm	46,2 cm
11	50 cm	50,3 cm

Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian pada Thingspeak menunjukkan hasil yang sama seperti pada virtuino, dikarenakan data yang diterima oleh aplikasi vituino didapatkan dari kiriman database oleh ThingSpeak.



Gambar 4.5 Data yang Ditampilkan oleh Thingspeak

Pengujian Ketahanan Baterai

Pengujian selanjutnya adalah untuk mengetahui seberapa lama ketahanan baterai sebagai sumber energi pada alat deteksi banjir. Dan sebelumnya akan dilakukan pengecekan arus dan tegangan pada alat deteksi banjir yang akan ditunjukkan pada gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Arus pada Alat



Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Tegangan pada Alat

Hasil yang terdapatkan yaitu dengan menggunakan alat ukur multimeter yang diukur berdasarkan ketentuan yang dibutuhkan terhadap alat deteksi banjir yang mengeluarkan nilai yang dihitung berdasarkan kebutuhan baterai yang sesuai kebutuhan alat dan juga arus yang terukur serta ketahanan baterai yang digunakan berdasarkan rumus yang telah ditetapkan pada persamaan 3.2.

Tabel 4.9 Data Pengujian Alat

Daya (watt)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1.32	12	0.11

Dimana I adalah kuat arus (Ampere). P adalah daya (Watt) dan V adalah tegangan (Volt). Pada pengujian diatas. Besarnya daya yang terukur adalah 1.47 watt. Tegangan terukur adalah 13.38 Volt dan kuat arus yang terukur adalah 0.11.

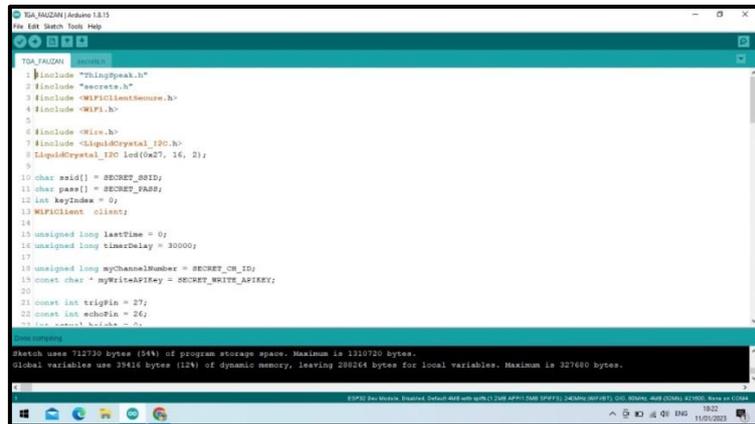
Tabel 4.10 Ketahanan Baterai

NO	WAKTU (Jam)	Tegangan (Volt)
1	00.00	13,8
2	08.00	13,2
3	16.00	12,6
4	24.00	12,1

Berdasarkan tabel 4.10 hasil didapat dari perhitungan penggunaan pemakaian alat dihitung setiap 8 jam sekali dan mengeluarkan tegangan dari 13,8 V sampai percobaan ke 4 menyisakan tegangan baterai 12,6 V hasil didapatkan memiliki perbedaan dengan rumus dikarenakan kondisi baterai yang tidak dalam kondisi normal.

Pengujian Program

Hasil pengujian perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 4.8 berikut ini



Gambar 4.8 Pengujian Running Program

Berdasarkan Gambar 4.8 dan running program diketahui bahwa program yang telah dirancang sudah sesuai dengan yang diinginkan dan tidak ada kesalahan (error). Pemrograman pada alat ini menggunakan Bahasa C++ melalui aplikasi Arduino ide. Pemrograman dirancang sesuai kebutuhan alat dan referensi jurnal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah merancang dan membuat serta melakukan uji coba terhadap sistem kontrol deteksi banjir ini, maka peneliti dapat mengambil beberapa kesimpulan antara lain adalah :

1. Hasil percobaan yang telah dilakukan membuktikan bahwa sistem alat deteksi banjir mampu berjalan dengan baik.
2. Sistem alat deteksi banjir mampu bekerja setiap saat sesuai dengan ketinggian level air yang dideteksi oleh sensor HC-SR04 dan dapat mengirimkan data serta dapat memonitoring data ketinggian air sebelumnya dengan Thingspeak dan virtuino.
3. Panel surya yang digunakan sebagai sumber mampu melakukan pengecasan dengan baik, hanya membutuhkan waktu 20 menit mampu mengisi baterai 12V 5Ah dengan baik, semakin besar nilai kapasitas pada panel maka semakin cepat pula waktu pengisian pada baterai.

6.2. Saran

Dengan adanya kekurangan pada perencanaan alat ini, maka penulis ingin menyampaikan saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

1. Desain perancangan perlu ada perbaikan dengan menambahkan motor agar dapat menggerakkan panel surya dengan itu bisa memaksimalkan pengecasan yang didapatkan oleh panel surya.
2. Pastikan jaringan dengan stabil agar notifikasi peringatan dikirimkan ke aplikasi virtuino tidak terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

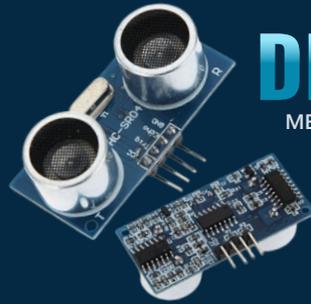
- Abdullah, D. (2001). Potensi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Peningkatan Mutu Pembelajaran di Kelas. *Jurnal Teknologi Informasi*.
- Alan Fadianto. (2019). Rancang Bangun Mesin Pemotong Rumput Elektrik. *Rancang Bangun Mesin Pemotong Rumput Elektrik*.
- Alwi Nur, M., Milenia Baussa, N., Nirwana, H., & Ulfiah, F. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Keberadaan Sepeda Motor Berbasis Bluetooth. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika*.
- Arianto, N., Hasan Basri, M., & Tijaniyah. (2020). Designing Maximum Power Point Tracking (Mppt) Control On Prototype Traffic Light System Using Pid Control. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(2). <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v5i2.170>
- Bakeri, S., J. P, M. Y., Riani, E., & Sutjahjo, S. H. (2016). Analisis Mds (Multi Dimensional Scalling) Untuk Keberlanjutan Pengelolaan Air Lintas Wilayah Studi Kasus DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v13i1.1401>
- Cameron, N. (2021). Internet radio. *Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32*, 1-25. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6336-5_1
- Dahlan Abdullah, C. I. E. (2014). Perancangan Sistem Informasi Inventori Barang Pada Cv. Iltizam Cooperation. *Universitas Malikussaleh*.
- Fatih, F. D. (2015). Kesiap Siagaan Masyarakat dalam Penanggulangan Banjir di Kota Semarang. *Jurnal Geografi Media Infomasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian*, 12(2).
- Findayani Aprilia. (2018). Kesiap Siagaan Masyarakat dalam

- Penanggulangan Banjir. *Jurnal Media Infromasi Pengembangan Ilmu Dan Profesi Kegeografian*, 12(1).
- Giyartono, A., & Kresnha, E. (2015). Aplikasi Android Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Hafid, A., & Zakaria, S. P. (2022). Analisis Uninterruptible Power Supplies Dengan Output Gelombang Sinus. *Vertex Elektro*, 12(02).
- Abdullah, D. (2001). Potensi Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Peningkatan Mutu Pembelajaran di Kelas. *Jurnal Teknologi Informasi*.
- Alan Fadianto. (2019). Rancang Bangun Mesin Pemotong Rumput Elektrik. *Rancang Bangun Mesin Pemotong Rumput Elektrik*.
- Alwi Nur, M., Milenia Baussa, N., Nirwana, H., & Ulfiah, F. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Keberadaan Sepeda Motor Berbasis Bluetooth. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika*.
- Arianto, N., Hasan Basri, M., & Tijaniyah. (2020). Designing Maximum Power Point Tracking (Mppt) Control On Prototype Traffic Light System Using Pid Control. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(2). <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v5i2.170>
- Bakeri, S., J. P, M. Y., Riani, E., & Sutjahjo, S. H. (2016). Analisis Mds (Multi Dimensional Scalling) Untuk Keberlanjutan Pengelolaan Air Lintas Wilayah Studi Kasus DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v13i1.1401>
- Cameron, N. (2021). Internet radio. *Electronics Projects with the ESP8266 and ESP32*, 1-25. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6336-5_1
- Dahlan Abdullah, C. I. E. (2014). Perancangan Sistem Informasi Inventori Barang Pada Cv. Iltizam Cooperation.

Universitas Malikussaleh.

- Fatih, F. D. (2015). Kesiap Siagaan Masyarakat dalam Penanggulangan Banjir di Kota Semarang. *Jurnal Geografi Media Infromasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian*, 12(2).
- Findayani Aprilia. (2018). Kesiap Siagaan Masyarakat dalam Penanggulangan Banjir. *Jurnal Media Infromasi Pengembangan Ilmu Dan Profesi Kegeografian*, 12(1).
- Giyartono, A., & Kresnha, E. (2015). Aplikasi Android Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*.
- Hafid, A., & Zakaria, S. P. (2022). Analisis Uninterruptible Power Supplies Dengan Output Gelombang Sinus. *Vertex Elektro*, 12(02).
- Ihza Mahendra, A., Budiando, T. H., & Jumnahdi, M. (2022). Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan Lampu Taman Tenaga Surya di Universitas Bangka Belitung. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 3(1). <https://doi.org/10.33019/electron.v3i1.17>
- Jovanović, J., Mijailović, Đ., Đorđević, A., & Stefanović, M. (2020). Application of prototyping microprocessor board and cloud system to teach industry 4.0 concepts. *International Journal of Engineering Education*, 36(3).
- Kause, M. C. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *CYCLOTRON*. <https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>
- Maryono, A. (2014). Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan. In *Gadjah Mada University Press* (Vol. 2).
- Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI. (2012). Petunjuk Teknis Posbindu Penyakit Tidak Menular. *Buletin Jendela Data Dan Informasi Kesehatan*, 2.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan Arief Rosyidie. *Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 24(3).

- Saleh, S. A., Ozkop, E., Valdes, M. E., Yuksel, A., Haj-Ahmed, M., Sanchez, Z. G., & Mardegan, C. S. (2022). On the Factors Affecting Battery Unit Contributions to Fault Currents in Grid-Connected Battery Storage Systems. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 58(3). <https://doi.org/10.1109/TIA.2022.3147149>
- Sugandi, B., Satria, M. H., Arif, H., Nelmiawati, N., & Mulyadi, I. H. (2020). LOW COST WIRELESS ECG PATCH USING ESP32. *JURNAL INTEGRASI*, 12(1). <https://doi.org/10.30871/ji.v12i1.1764>
- Suriadi, A. B., Arsyad, M., & Riadi, B. (2013). Potensi Resiko Bencana Alam Longsor (Potential Risk of Landslide Related to Extreme Weather in Ciamis Region, West Java). *Jurnal Ilmiah Geomatika*.
- Susanto, A. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Android Untuk Kontrol Lampu Gedung Menggunakan Media Bluetooth Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik*, 8(1). <https://doi.org/10.31000/jt.v8i1.1594>
- Wahyudi, R., & Astuti, T. (2019). Sistem Informasi Geografis (Sig) Pemetaan Bencana Alam Kabupaten Banyumas Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 9(1). <https://doi.org/10.34010/jati.v9i1.1448>
- Wicaksono, M. F., & Rahmatya, M. D. (2020). Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 10(1). <https://doi.org/10.34010/jati.v10i1.2836>
- Wismarini, T. D., & Ningsih, D. H. U. (2010). Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, XV(1).
- Yulaelawati, E. (2007). Mencerdasi Bencana Gempa, Tsunami, Gunung Api, Banjir, Tanah Longsor, Kebakaran. In *Grasindo Anggota*.



DETEKSI BANJIR

MENGGUNAKAN **SENSOR HC-SR04**
BERBASIS VIRTUINO

Banjir merupakan bencana yang sering terjadi di wilayah Indonesia, bencana yang disebabkan oleh faktor hidrometeorologi ini selalu meningkat setiap tahunnya. Meskipun terkadang tidak menimbulkan banyak korban jiwa, bencana ini tetap saja merusak infrastruktur dan mengganggu stabilitas perekonomian masyarakat secara signifikan. Memanfaatkan teknologi *Internet of Things* diharapkan dapat mengurangi kerugian yang disebabkan oleh bencana banjir, dikarenakan dapat memonitoring ketinggian air. Dengan menggunakan mikrokontroler esp32 untuk mengendalikannya seluruh sistem. Alat ini dilengkapi dengan komponen lain seperti LCD, Sensor ultrasonik, Relay, Panel surya, Solar Charger, Baterai dan Modul stepdown. Alat yang dirancang akan diletakkan pada area yang sering terjadinya banjir. Sensor ultrasonik berperan untuk mendeteksi ketinggian air, sensor akan mengirim data ke mikrokontroler esp32 akan memproses data tersebut dan mengirimkan notifikasi pemberitahuan ke smartphone melalui aplikasi virtuino. Bersamaan dengan hal tersebut, Data juga akan ditampilkan ke LCD. Hasil percobaan yang telah dilakukan membuktikan bahwa sistem alat deteksi banjir mampu berjalan dengan baik. Sistem alat deteksi banjir mampu bekerja setiap saat sesuai dengan ketinggian level air yang dideteksi oleh sensor HC-SR04 dan dapat mengirimkan data serta dapat memonitoring data ketinggian air sebelumnya dengan Thingspeak dan virtuino.



Penerbit
SEFA MEDIA UTAMA
Jl. Sriwijaya No 34. Kota Semarang
<http://sefamediautama.id/> Telp. 085260363550

ISBN 978-623-09-7150-1



9 786230 971501