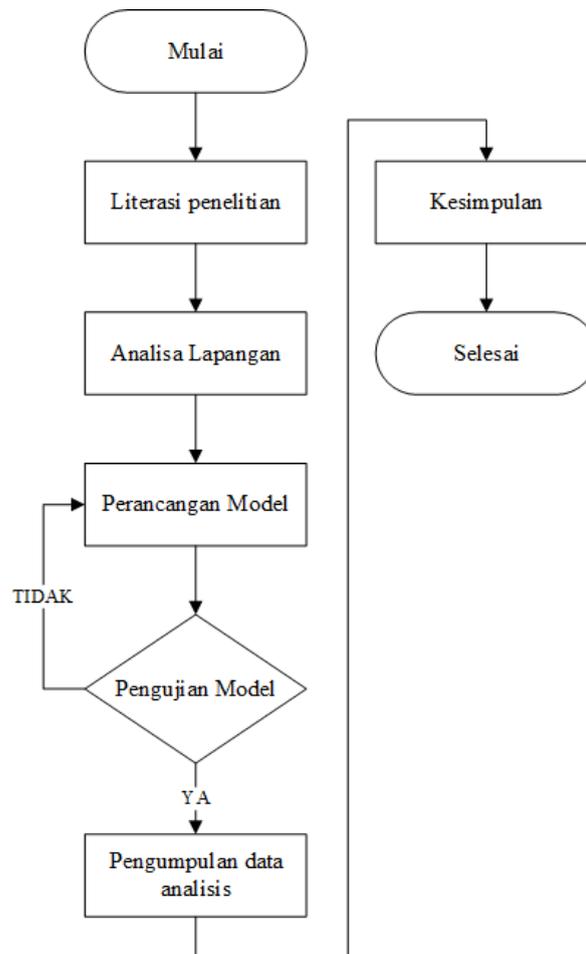


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Metode penelitian digunakan untuk menjelaskan tahapan permasalahan yang diteliti sehingga bisa menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Pada tugas akhir ini, dibuat diagram alir penelitian yang berisi langkah - langkah pelaksanaan tugas akhir. Diagram alur penelitiannya dibawah ini



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 pada penelitian ini terdapat beberapa tahap yaitu studi pustaka, penentuan lokasi PLTS, Pengumpulan data, desain teknis PLTS terapung, analisa, kesimpulan dan saran.

3.1.1 Literasi Penelitian

Dalam Tahapan ini dilakukan pengumpulan referensi sebagai dasar teori bersumber dari buku, jurnal ilmiah dan juga internet sebagai referensi penulis yaitu:

1. Mengenai kelebihan dan kekurangan PLTS terapung.
2. Komparasi antara PLTS terapung dengan PLTS atap dan PLTS *ground-mounted*.
3. Bagaimana perancangan PLTS terapung dilakukan mencakup konstruksi, komponen – komponen tambahan dan desain.
4. Faktor eksternal yang mempengaruhi dalam melakukan perencanaan PLTS terapung.
5. Mengenai Teknologi PV, Jenis – jenis PLTS dan jenis – jenis panel surya.
6. Teknologi PLTS terapung baik dari infrastruktur, cara kerja dan operasional.

3.1.2 Analisa Lapangan

A. Penentuan Lokasi PLTS

Penentuan lokasi PLTS menjadi tahap selanjutnya dalam penelitian ini untuk mengetahui lokasi penelitian untuk perencanaan PLTS terapung akan di rancang

dan di desain. Lokasi PLTS berada di Situ Gede, kecamatan Mangkubumi, kabupaten Jawa Barat. Lokasi tersebut dipilih dikarenakan memiliki potensi untuk diterapkannya system PLTS terapung karena Situ Gede memiliki ukuran yang luas dan belum dimanfaatkan. Tempat penelitian penulis terletak di laboratorium Universitas Siliwangi.

B. Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data dalam penelitian perencanaan *Floating Solar Photovoltaic* meliputi tiga hal yaitu luas lahan, suhu, intensitas radiasi matahari. Berikut penjelasannya

1. Pengukuran Luas lahan

Pengambilan data untuk luas lahan situ gede dilakukan berdasarkan observasi lapangan, data daerah dan bantuan *Google Earth* untuk mengukur luas area perencanaan yang akan dimanfaatkan sebagai tempat instalasi *Floating Solar Photovoltaic*.

2. Pengukuran suhu lingkungan dan intensitas iradiasi matahari

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui potensi energi matahari yang dapat dibangkitkan di Situ Gede. Pada penelitian ini daerah yang ditentukan radiasi matahari yaitu Situ gede, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Kota Tasikmalaya memiliki potensi radiasi matahari yang cukup baik. Besarnya potensi radiasi matahari ditentukan oleh data yang digunakan penelitian ini adalah data radiasi matahari yang bias didapatkan dari situ resmi NASA dan situs resmi *solargis.com*. Berikut adalah gambar mengenai radiasi matahari pada Situ Gede



Gambar 3. 2 Radiasi Matahari (Solargis,2022)

Berdasarkan gambar 3.2 diatas dapat diperoleh data daerah situ gede merupakan daerah yang cukup baik ditandakan dengan warna oranye yang berarti Situ Gede memiliki rata – rata radiasi matahari mencapai 4,522 KwH/m^2 perharinya dan 4,758 KwH/m^2 pertahunnya. Pengumpulan data untuk suhu rata-rata dapat diperoleh dari situs resmi *bmkg.go.id* dan juga dilakukannya pengukuran langsung.

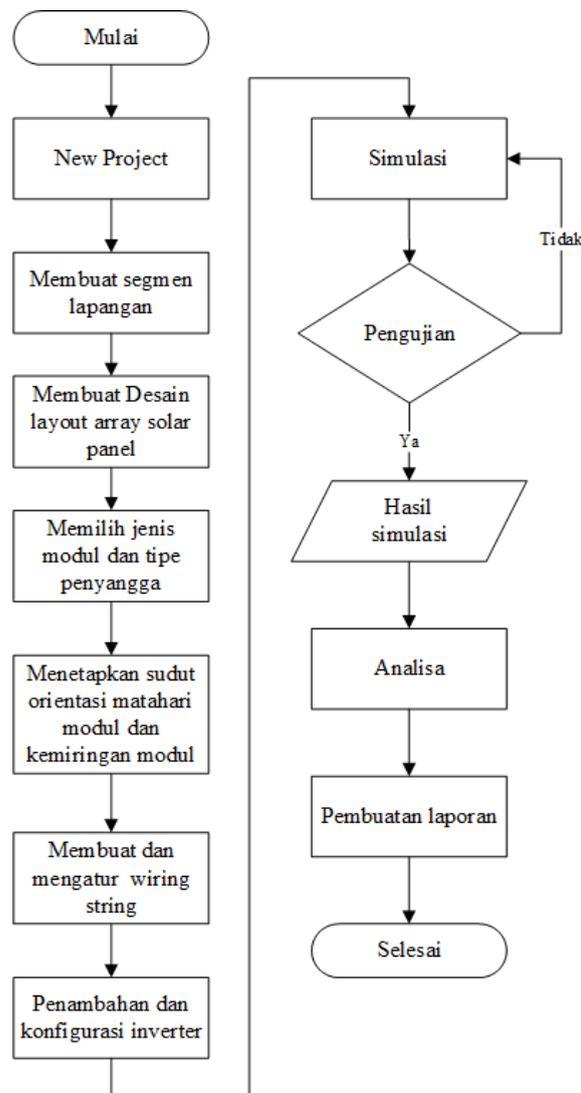
3. Pengukuran kecepatan angin dan cuaca

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui potensi kecepatan angin dan cuaca yang berpotensi terhadap kinerja PLTS terapung. Kecepatan angin memiliki banyak pengaruh terhadap PLTS yaitu efek shading yang berasal dari awan, pergerakan air akibat angin yang dapat berefek kepada konstruksi PLTS terapung. Cuaca berpengaruh pada PLTS karena sumber energi PLTS yaitu matahari apabila cuaca sedang buruk PLTS tidak dapat berkerja secara optimal. Pengambilan data cuaca dalam skala perbulan juga harus dilakukan untuk analisis daya keluaran

PLTS. Untuk pengambilan data kecepatan angin dan cuaca dilakukan menggunakan bantuan data *realtime* yang berasal dari BMKG.go.id, google cuaca dan observasi lapangan.

3.1.3 Perancangan Pemodelan PLTS

Tahapan pemodelan desain teknis PLTS terapung. Diagram alur perancangan pemodelan PLTS terapung menggunakan Software *Helioscope* dibawah ini.



Gambar 3. 3 Diagram alur tahapan perancangan pemodelan menggunakan software Helioscope

a. *New Project*

Pada tahap ini penelitian dimulai dengan halaman proyek baru, memilih alamat tempat dan deskripsi proyek.

b. Membuat segmen lapangan

Setelah memilih tempat sebagai bahan simulasi, lalu dilanjutkan membuat bentuk bidang dan luas tempat yang panel surya akan di tempatkan.

c. Membuat desain layout array solar panel

Pada tahap ini layout array solar panel dibuat dilakukan pengaturan modul surya dapat mengubah tata letak, mengurangi atau menambahkan panel pada bidang yang sudah ditentukan secara manual. Kemudian untuk posisi panel surya dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan baik secara horizontal atau vertikal, dapat mengatur jarak antara modul, mengatur jarak antar modul, mengurut antara panel dan dapat mengatur alignment modul.

d. Memilih jenis modul dan tipe penyangga

Tahap ini yaitu menentukan jenis modul panel surya yang akan diterapkan dan tipe penyangga pada modul surya. Dikarenakan pada penelitian ini menerapkan sistem terapung jenis penyangganya berbeda dengan plts atap ataupun *ground-mounted*.

e. Menetapkan sudut orientasi matahari dan kemiringan modul

Pada tahapan ini menentukan orientasi matahari yaitu sudut deklinasi (δ) dan kemiringan modul (*tilt/slope*) (β) .

f. Membuat dan mengatur wiring string

Pada tahapan ini setelah sudah ditentukannya jumlah modul dan desain solar panel pada segmen, wiring string electrical dilakukan secara otomatis berdasarkan ASHRAE, lalu pemilihan rute string, penempatan dan jumlah inverter dan penambahan opsional seperti penambahan combiner box.

g. Penambahan dan konfigurasi inverter

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan jenis inverter, terdapat banyak pilihan inverter yang nantinya akan digunakan dalam simulasi serta dapat mengatur banyaknya inverter yang digunakan. Kemudian dapat mengatur jumlah string secara manual dan otomatis menggunakan fitur “set temperature”

h. Simulasi dan Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan simulasi dan pengujian, simulasi dilakukan ketika perencanaan sudah selesai. Pengujian dilakukan apakah simulasi dapat berjalan atau tidak. Saat simulasi berjalan, dapat menunjukkan laporan lengkap berupa daya keluaran kWh/kWp, rasio performa dan energi pembangkitan total.

j. Hasil simulasi dan analisa

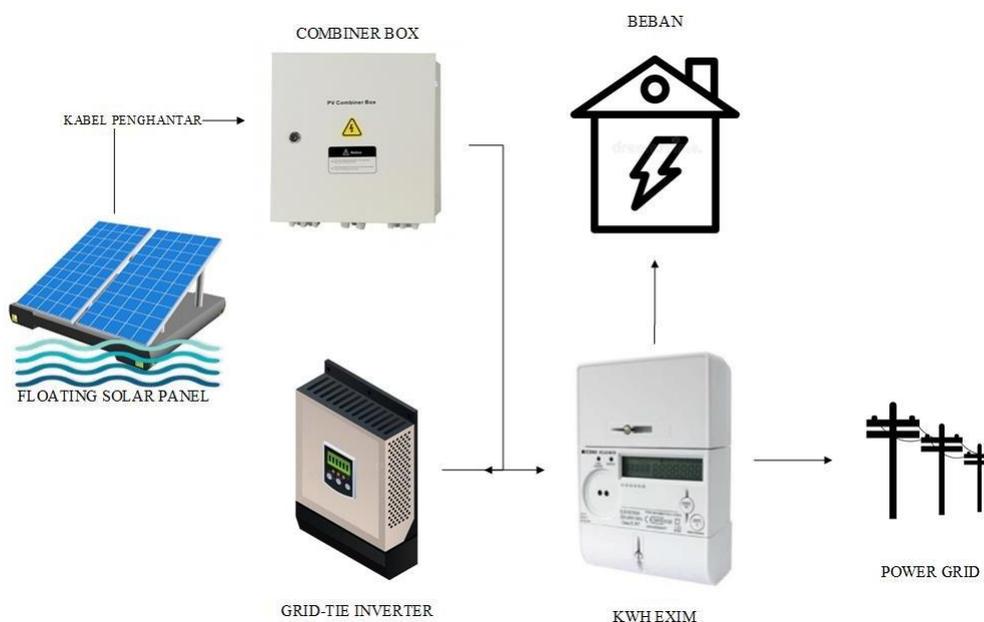
Hasil simulasi dapat mengetahui potensi energi tahunan yang diperoleh oleh perencanaan PLTS terapung situ gede, daya energi yang diserap mulai yang terendah maupun tertinggi, dan rugi-rugi daya yang terjadi. Analisa dilakukan dengan indikator yang sudah didapat. Analisa dilakukan dengan melihat indikator dari hasil simulasi yang sudah dilakukan seperti sudut orientasi dan kemiringan

modul berpengaruh terhadap daya keluaran dari panel, jenis panel dan inverter yang digunakan dan rugi-rugi daya yang didapat.

k. Pembuatan laporan

Tahapan ini dilakukan untuk membuat laporan yang berisikan bentuk perancangan plts terapung, komponen-komponen yang digunakan, jenis-jenis komponen, hasil daya keluaran, hasil daya yang diserap panel surya, dan rugi-rugi daya.

Topologi sistem Pembangkit listrik tenaga surya terapung

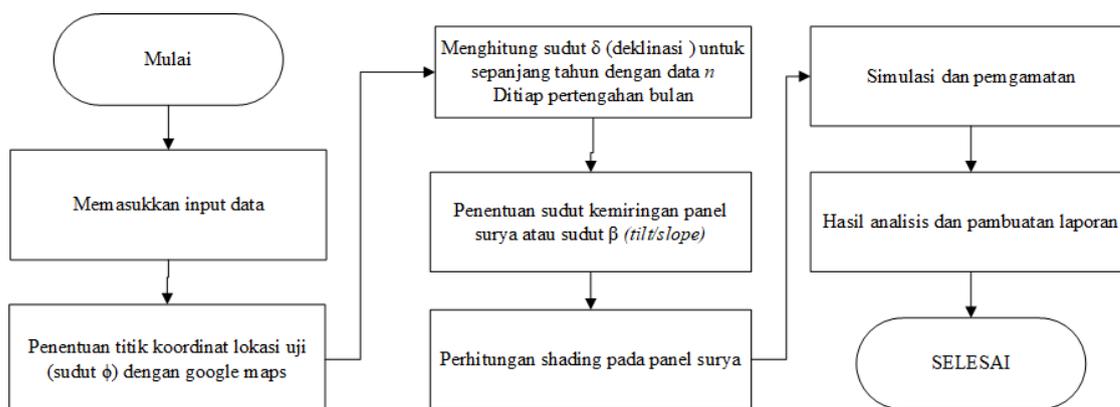


Gambar 3. 4 Topologi sistem PLTS terapung

Topologi pada rancangan perencanaan pemodela pembangkit listrik sistem tenaga surya terapung tersusun dari komponen-komponen utama yaitu modul surya, struktur unit apung, combiner box, inverter, KWH exim. Pada topologi sistem ini panel surya terapung akan mendapatkan energi dari matahari berupa listrik DC lalu disalurkan menggunakan kabel yang terhubung dengan combiner box, combiner box terhubung dengan inverter yang berfungsi untuk merubah listrik DC menjadi

AC dan otomatis mensinkronisasikan dengan frekuensi dari listrik PLN, selanjutnya listrik akan disalurkan ke beban terpasang dan kWh exim, kWh exim berperan sama seperti kWh meter biasanya tetapi memiliki fungsi tambahan yaitu membaca kWh yang di import dari PLTS ke PLN, kelebihan daya yang diperoleh oleh PLTS akan diimport ke jaringan PLN.

3.1.4 Pengujian Model



Gambar 3. 5 diagram alir pengujian model

Berdasarkan gambar 3.5 terdapat beberapa tahapan pada pengujian mode yaitu:

a. Memasukkan input data

Tahapan awal pada pengujian model adalah memasukkan input data pada program helioscope yang akan dirancang seperti pemilihan modul panel surya, tipe penyangga modul, desain array pada segmentasi lapangan, inverter dan wiring.

b. Penentuan titik kordinat lokasi uji (sudut ϕ) dengan google maps

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan titik kordinat atau sudut latitude lokasi perencanaan plts yaitu situ gede kota Tasikmalaya dengan google maps. Sudut latitude (sudut ϕ) atau sudut kordinat untuk merupakan sudut lintang utara atau selatan dari garis ekuator, yang bernilai positif untuk lintang utara, ($-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$).

- c. Menghitung sudut δ (deklinasi) untuk sepanjang tahun dengan data n di tiap pertengahan bulan

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan sudut deklinasi (δ) untuk mengetahui sudut yang berasal dari posisi matahari saat *solar noon* (ketika matahari berada tepat di atas posisi lokal suatu daerah) terhadap garis ekuator/khatulistiwa, yang bernilai positif untuk saat matahari di wilayah utara, ($-23,45^\circ \leq \delta \leq 23,45^\circ$). Sudut ini berfungsi untuk mengetahui sudut β yang terdapat pada persamaan 2.1.

Perhitungan sudut deklinasi (δ) dilakukan dengan hanya mengambil nilai hari pada pertengahan bulan (misalnya pada tanggal 15). Berikut variabel n

Tabel 3. 1 Variabel n sepanjang tahun

No.	Bulan	variabel n	No.	Bulan	variabel n
1.	Januari	15	7.	Juli	196
2.	Februari	46	8.	Agustus	227
3.	Maret	74	9.	September	258
4.	April	105	10.	Oktober	288
5.	Mei	135	11.	November	319
6.	Juni	166	12.	Desember	349

- d. Penentuan sudut kemiringan panel surya atau sudut β (*tilt/slope*)

Tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan sudut kemiringan panel surya terhadap matahari. Pada tahapan ini juga akan dilakukan sudut kemiringan atau sudut β (*tilt/slope*) perbulannya dalam kurun waktu sepanjang tahun dan mengambil rata – rata dari hasil perhitungan agar dijadikan ketetapan sudut kemiringan atau sudut β (*tilt/slope*) pada panel surya. Persamaan ini terdapat di persamaan 2.2.

e. Perhitungan potensi *shading* pada panel surya

Pada tahapan ini dilakukannya perhitungan potensi hambatan *shading* terhadap panel surya. Perhitungan potensi *shading* didapat dari perhitungan jalur gerak matahari perbulannya dalam setahun, posisi matahari per jamnya menggunakan perhitungan hour angle dan pengaruh iklim atau cuaca. Setelah melakukan perhitungan dapat diketahui posisi matahari dan pengaruh iklim dan cuaca yang dapat berpotensi *shading* terhadap panel surya..

f. Simulasi dan pengamatan

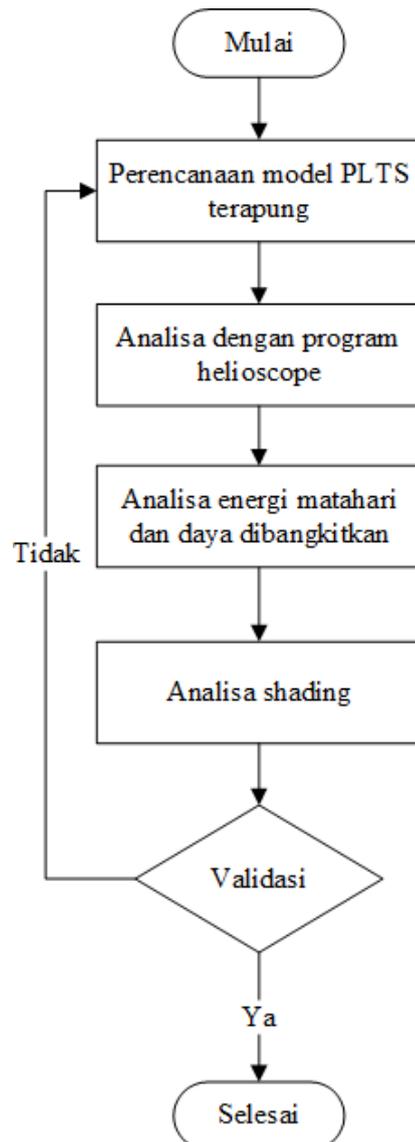
Tahapan ini dilakukan simulasi dari perhitungan sudut orientasi matahari dan *shading* faktor dan dilakukannya pengamatan pada hasil perhitungan untuk mengetahui validasi perhitungan yang telah dilakukan.

g. Hasil analisis dan pembuatan laporan

Hasil analisis dan pembuatan laporan pada tahapan pengujian ini bertujuan untuk kelengkapan data pada seluruh analisa perencanaan PLTS terapung.

3.1.5 Pengumpulan Data Analisis

Pada penelitian ini dibuat diagram alir dalam analisa penelitian PLTS terapung dalam beberapa tahap. Berikut diagram alirnya.



Gambar 3. 6 diagram alir analisis

Berdasarkan gambar 3.6 terdapat beberapa tahapan analisis. Berikut penjelasan gambar 3.6

a. Perencanaan model PLTS terapung.

Pada awal tahapan analisis dilakukannya analisis perencanaan model PLTS terapung. Analisis ini untuk melihat bagaimana perencanaan PLTS sesuai dengan standar dan target keluaran daya yang ditentukan diawal dengan komponen –

komponen yang ditentukan diawal perencananaan.

b. Analisa dengan program helioscope

Pada tahapan ini dilakukannya analisis program helioscope sebagai alat untuk simulasi perencanaan secara menyeluruh dengan konsep perencanaan dan parameter – parameter yang sudah ditentukan. Analisa dilakukan untuk mengamati dan mengetahui kinerja panel, desain layout array panel, jenis penyangga modul dan sudut orientasi matahari terhadap daya keluaran PLTS.

c. Analisa energi matahari dan daya yang dibangkitkan

Tahapan selanjutnya yaitu untuk mengetahui potensi energi matahari dan daya yang dapat dibangkitkan melalui hasil dari simulasi perencanaan di program helioscope di tempat studi kasus dilakukan.

d. Analisa *shading*

Tahapan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui penempatan letak perencanaan PLTS terapung dan potensi *shading* apabila terjadi hambatan yang berasal dari faktor lingkungan seperti pohon, bangunan dan awan. Analisa dilakukan menggunakan hasil perhitungan *shading* pada tahap pengujian.

e. Validasi

Tahapan terakhir pada tahapan analisis yaitu validasi. Validasi dilakukan untuk pembuktian kebenaran dari analisis sesuai dengan data faktual, mekanisme kerja simulasi dan hasil data sesuai dengan parameter – parameter yang ditentukan pada tahap – tahap yang dilakukan sebelumnya.