

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif. Adapun aspek kuantitatif pada penelitian ini yaitu pengumpulan data primer mengenai kebutuhan energi listrik harian dan beban puncak harian di Desa Betumonga dengan menggunakan teknik wawancara.

3.2 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini dimulai dengan pemilihan lokasi. Pemilihan lokasi bersumber dari studi literatur yang dilakukan berdasarkan data yang dipublikasi oleh Pemerintah Provinsi Sumatera Barat maupun Pemerintah Kabupaten Kepulauan Mentawai, juga didasari dari data yang dipublikasi oleh BPS Kabupaten Kepulauan Mentawai. Jurnal ilmiah, buku, dan artikel yang terkait dengan topik penelitian juga menjadi bahan studi literatur dalam penelitian ini.

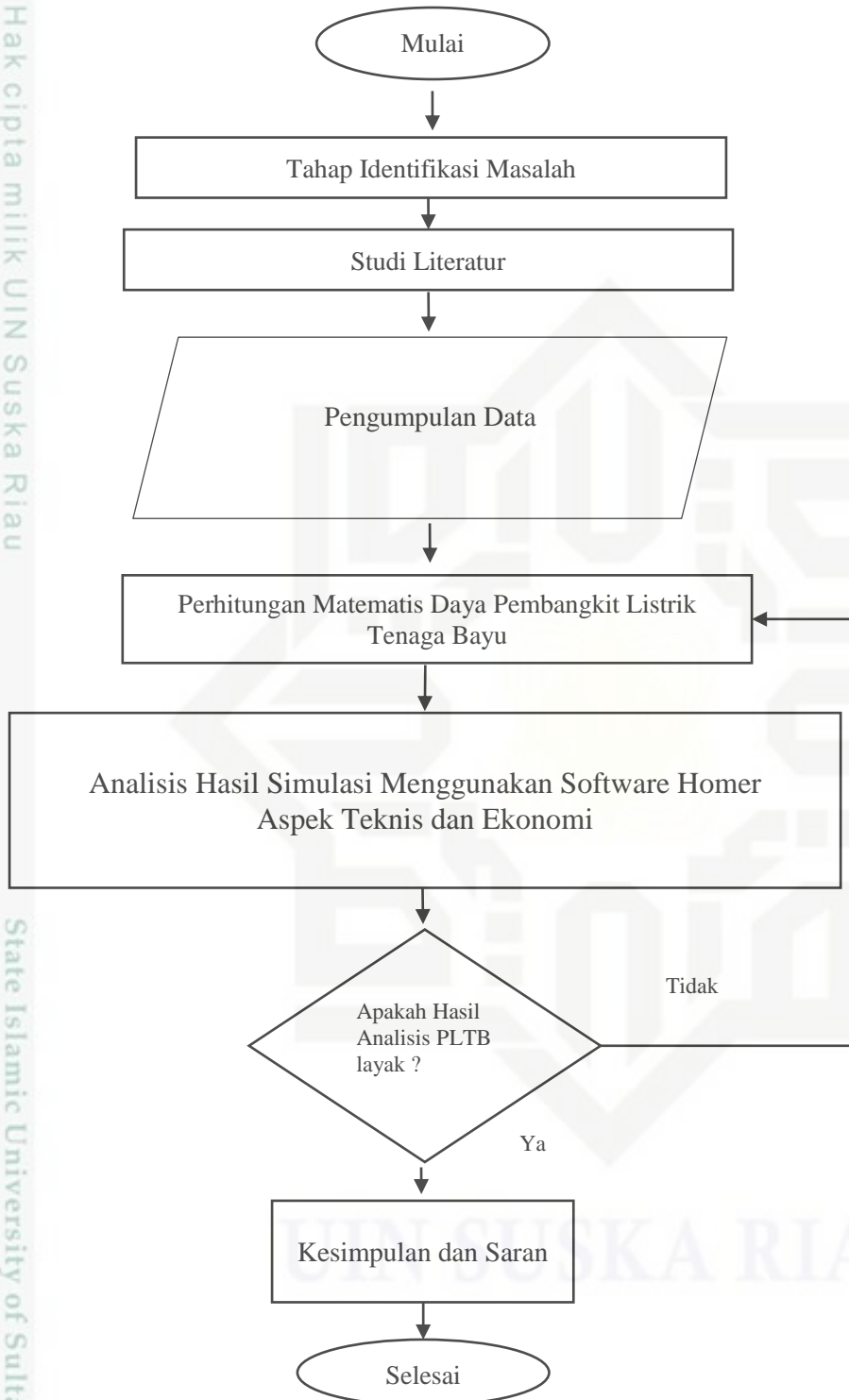
Setelah menentukan lokasi penelitian, ada tujuh tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Dimana tujuh tahap tersebut, yaitu:

1. Tahap Identifikasi Masalah
2. Studi Literatur.
3. Pengumpulan Data
4. Studi Beban Listrik
5. Perhitungan Matematis Daya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
6. Analisis Simulasi Menggunakan Software Homer : Analisis Teknis dan Ekonomi
7. Kesimpulan dan Saran

Adapun tujuh tahapan ini digambarkan oleh diagram alur penelitian pada Gambar 3.1 berikut.

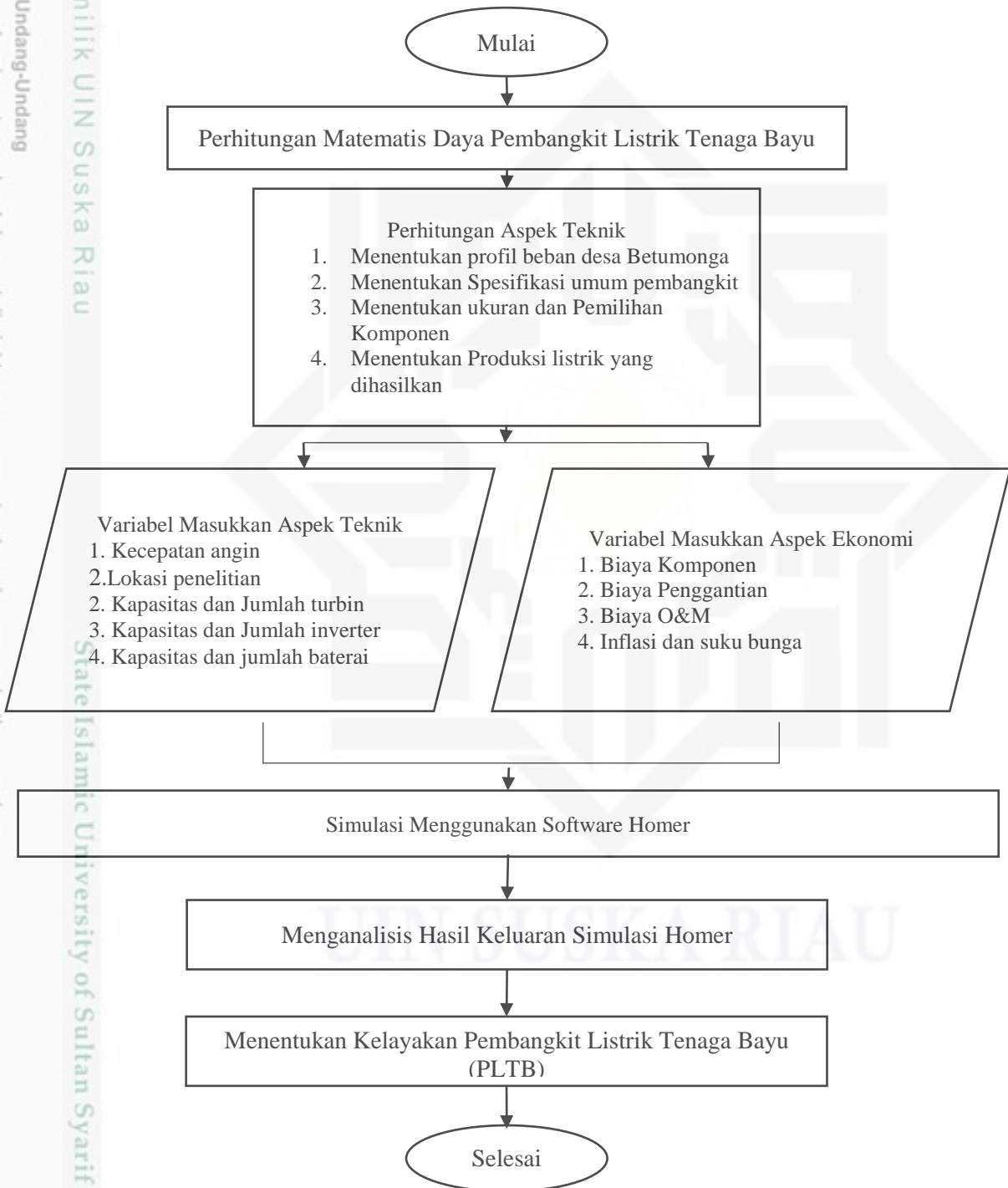
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



3.1 Gambar Diagram Alur Penelitian

Dalam penelitian ini, analisis simulasi pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) perlu dilakukan secara manual sebagai upaya proses untuk menemukan nilai variabel masukkan pada proses simulasi yang akan dilakukan. Dengan demikian, secara lebih rinci disajikan diagram alir analisa simulasi menggunakan software Homer pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) sebagai berikut:



Gambar 3.2. Diagram Alir Perhitungan Manual dan Simulasi PLTB

3.3 Tahap Identifikasi Masalah

Dalam melakukan penelitian, tahap perencanaan merupakan hal pertama yang dipersiapkan. Dimana pada tahap perencanaan, semua hal teknis yang akan dilaksanakan disusun dengan jelas untuk memudahkan penelitian berjalan sesuai rencana. Adapun perencanaan yang di susun dalam penelitian ini yaitu:

1. Identifikasi Masalah

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah yang diangkat sebagai latar belakang dalam penelitian ini. Adapun masalah utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah tidak adanya pasokan listrik dari jaringan listrik utama PLN (Persero) di Desa Betumonga. Sedangkan di sisi lain potensi energi primer dalam hal ini energi terbarukan khususnya energi angin tersedia, dan dinilai bagus untuk dimanfaatkan dengan optimal. Dengan adanya masalah tersebut dinilai kebutuhan akan energi listrik di Desa Betumonga cukup tinggi.

2. Penentuan Judul

Pada tahap ini judul yang di angkat berdasarkan permasalahan dan kerangka pemikiran penulis untuk sebuah solusi dari permasalahan tersebut. Judul pada penelitian ini, yaitu: **“Analisa Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Di Kabupaten Kepulauan Mentawai (Studi Kasus: Desa Betumonga)”**.

3. Rumusan Masalah

Ada beberapa hal yang menjadi pertanyaan dalam melaksanakan penelitian ini, dan pertanyaan tersebut akan di jawab dari hasil penelitian seperti: seberapa besar kebutuhan listrik, menganalisa secara teknis dan ekonomi desain sistem yang mampu melayani kebutuhan energi listrik tersebut, biaya NPC dan LCOE, dan kesanggupan masyarakat Desa Betumonga membayar listrik per bulan.

4. Tujuan dan Manfaat

Penyusunan tujuan dalam penelitian ini mencakup tiga hal penting, yaitu menghitung kebutuhan listrik, menganalisa desain sistem pembangkit listrik tenaga bayu sesuai kebutuhan, dan merekomendasikan hasil dari penelitian ini. Sedangkan manfaat dari penelitian ini agar dapat di gunakan sebagai acuan dalam membangun perancangan pembangkit listrik maupun sebagai acuan untuk penelitian lanjutan.

5. Jadwal Penelitian

Untuk mewujudkan penelitian ini berjalan lebih efisien, maka di susun jadwal mulai dari pembuatan proposal sampai target selesainya laporan akhir.

6. Biaya Penelitian

Pada tahap ini disusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk dijadikan pertimbangan penulis sekaligus untuk dipersiapkan agar dalam pelaksanaan penelitian tidak terjadi kendala finansial.

3.4 Studi Literatur

Melakukan pembacaan beberapa sumber penelitian terkait seperti jurnal-jurnal yang telah dipublikasi ataupun buku buku yang berkaitan dengan teori mengenai komponen yang terdapat dalam sistem pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB), teori mengenai perhitungan matematis pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) secara teknik dan ekonomi.

3.5 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data sebagai nilai masukan pada perancangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) secara manual. Lokasi penelitian berada di Desa Betumonga, Kecamatan Sipora Utara, Kabupaten Kepulauan Mentawai. Pemilihan lokasi ini dengan alasan sebagai berikut:

1. Desa Betumonga belum terjangkau jaringan listrik utama dari PLN (Persero) sehingga tingkat kebutuhan masyarakat terhadap listrik cukup besar.
2. Desa Betumonga merupakan desa terjauh dari ibukota kecamatan Sipora Utara dan memiliki jumlah kepadatan penduduk / km² paling sedikit sehingga diperkirakan pembangunan jaringan listrik dari PLN (Persero) belum terlaksana dalam waktu yang dekat.
3. Potensi energi angin yang merupakan salah satu sumber energi terbarukan dinilai bagus untuk dioptimalkan dalam memenuhi kebutuhan listrik Desa Betumonga.

Pada penelitian ini, yang menjadi populasi adalah jumlah pengguna listrik, yaitu rumah tangga (KK) di Desa Betumonga. Untuk penarikan jumlah sampel menggunakan teknik *probability sampling*. "*Probability sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel".

Dalam teknik *probability sampling* terbagi beberapa teknik untuk menentukan jumlah sampel, dan yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah teknik *Cluster Sampling*. Metode pengambilan sampel disesuaikan dengan taraf signifikansi dari penelitian yakni 1% dan 5%. Penulis menetapkan jumlah sampel sebesar 5% dari jumlah total KK yang ada di desa Betumonga. Desa Betumonga memiliki 4 dusun yang tersebar di setiap daerahnya sehingga dari beberapa kluster kemudian dipilih secara acak sebagai wakil dari populasi, kemudian seluruh elemen dalam *cluster* terpilih dijadikan sebagai sampel penelitian. Dengan teknik ini pengambilan data dilakukan secara acak, dan jumlah sampel 1% saja sudah cukup mewakili [37].

Beberapa data yang digunakan sebagai berikut:

a. *Data Primer*

Tabel 3.1 *Data primer* yang dibutuhkan dan sumber data

No	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data
1	Sumber penerangan saat ini, kapasitas terpasang, lama operasi, biaya penerangan per bulan, dan permasalahan penerangan saat ini.	Pengisian kuesioner kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian.
2	Profil beban, yang meliputi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Konsumsi energi listrik harian 2. Beban puncak harian 	Pengisian kuesioner kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian.
3	Tanggapan masyarakat terhadap perencanaan pembangkit dan kesanggupan membayar listrik per bulan	Tanya Jawab kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian.

Dalam perencanaan awal, dibutuhkan tanggapan masyarakat Desa Betumonga tentang pembangkit listrik yang ada sekarang dan kesanggupan dalam pembayaran tagihan listrik. Beberapa parameter yang diperlukan seperti konsumsi energi harian dan juga beban puncak harian yang didapatkan dengan pengisian data kuisoner kepada tiap KK yang menjadi sampel penelitian.

b. *Data Sekunder*

Tabel 3.2 *Data sekunder* yang dibutuhkan dan sumber data

No	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data
1	Titik koordinat lokasi penelitian	Google Earth®
2	Potensi energi angin dan temperature	<i>Surface meteorological and Solar Energy (SSE)</i> milik <i>National Aeronautics and Space Administration (NASA)</i> , Amerika Serikat.
3	Jumlah KK	BPS Kabupaten Kepulauan Mentawai dan data dari kantor desa
4	Harga dan spesifikasi komponen	Internet
5	<i>Discount rate</i> dan inflasi	Bank Indonesia

3.6 Studi Beban Listrik

Pada tahap ini akan dilakukan wawancara dan pengisian kuisisioner secara langsung kepada beberapa rumah tangga yang menjadi sampel penelitian. Tujuan dari studi beban adalah untuk mendapatkan konsumsi beban harian dan beban puncak. Tujuan mendapatkan beban harian dan beban puncak adalah untuk menentukan kapasitas Turbin angin, inverter dan baterai yang akan dibutuhkan. Dalam studi beban ini akan di lakukan dua tahap, yaitu:

1. Membuat daftar beban listrik

Pada tahap ini akan dibuat sebuah *spreadsheet*, kemudian data hasil wawancara dan kuisisioner akan disusun kedalam *Spreadsheet* tersebut sesuai jenis dan jumlah beban, rating daya beban, dan waktu beban digunakan per hari. Dibawah ini tampilan daftar sampel beban listrik yang akan dibagikan kepada para responden, :

DATA STUDI BEBAN LISTRIK DI DESA BETUMONGA

DAFTAR SAMPEL BEBAN LISTRIK UNTUK RUMAH TANGGA

DUSUN ... (... KK)

SAMPEL ... :

NAMA PERALATAN	DAYA (WATT)	JUMLAH	JAM DINYALAKAN	LAMA PENGGUNAAN (JAM/HARI)	KETERANGAN

Mentawai, Oktober 2017

(.....)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber;
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Pembuatan profil beban

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan menggunakan *spreadsheet* yang telah dibuat untuk mendapatkan konsumsi energi harian dengan mengalikan rating daya beban dengan durasi penggunaan. Setelah itu akan dibuat tabel urutan beban berdasarkan waktu penggunaan, kemudian dari urutan tersebut akan dihitung berapa total beban yang hidup bersamaan setiap jam selama durasi 24 jam untuk mendapatkan beban puncak harian.

Studi beban listrik dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data konsumsi energi listrik harian dan beban puncak harian. Data konsumsi energi listrik harian dan data beban puncak harian digunakan untuk menentukan kapasitas Turbin angin, inverter dan baterai, dimana data ini saling berhubungan dengan data kecepatan angin dalam perhitungan untuk memenuhi beban listrik di desa Betumonga.

3.7 Perhitungan Matematis Daya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan daya pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) secara manual yang kemudian hasil perhitungan secara manual ini akan menjadi inputan untuk simulasi menggunakan *software HOMER*. Pada penelitian ini, merancang pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) *Off Grid*. Perancangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) ini berdasarkan aspek teknik dan ekonomi.

3.7.1. Aspek Teknik

Adapun beberapa parameter aspek teknik yang dihitung dalam perancangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dengan baterai sebagai berikut:

1. Menentukan Profil Beban Listrik Desa Betumonga

Langkah awal perhitungan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) *off grid* dilakukan dengan memproses dan membuat profil beban listrik pada desa Betumonga. Profil beban listrik akan menentukan kapasitas sistem PLTB yang dibutuhkan.

2. Menentukan Spesifikasi Umum Pembangkit Listrik

Dalam menentukan spesifikasi umum pembangkit yang akan digunakan, berdasarkan standar AS/NZS 4509.2:2010 *tentang stand alone power system* perlu menentukan beberapa hal berikut:

- a. Efisiensi inverter yang digunakan
- b. *Design load energy*
- c. Menentukan tegangan bus DC

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- d. Menentukan konfigurasi sistem yang akan digunakan

Tujuan dari tahap ini adalah agar menghasilkan sebuah sistem pembangkit listrik yang sesuai dengan standar AS/NZS 4509.2:2010

3. Menentukan Ukuran Dan Pemilihan Komponen Turbin Angin

- a. Menentukan Jenis dan jumlah Turbin Angin

Pemilihan jenis turbin angin disesuaikan dengan lokasi yang berada di pesisir pantai sehingga turbin angin yang digunakan dapat beroperasi secara maksimal. Jumlah turbin angina di dapat dengan persamaan 2.19.

- b. Menentukan Ukuran Baterai yang digunakan.

Dalam perencanaan pembangkit selama umur 25 tahun diperlukan pemilihan ukuran baterai yang mampu menyimpan energi listrik yang dihasilkan selama umur proyek dan jumlah baterai yang digunakan (2.15)

- c. Menentukan Ukuran Inverter dan yang digunakan.

Pemilihan inverter yang sesuai dengan output beban puncak yang dihasilkan oleh turbin angin dan memiliki efisiensi yang tinggi sesuai dengan persamaan 2.18.

4. Menentukan Produksi Listrik yang Dihasilkan

Untuk memenuhi kebutuhan beban pada desa Betumonga diperlukan menghitung secara matematis daya angin yang dihasilkan sesuai dengan persamaan daya angin (2.10), dan untuk mendapatkan nilai daya listrik menggunakan persamaan (2.11). Kecepatan angin dan nilai daya listrik yang telah terkonversi oleh turbin angin dalam perhitungan manual ini hanya menggunakan rata rata kecepatan angin berdasarkan data NASA. Rata rata angin di pesisir pantai berubah secara fluktuatif pada jam 10 sampai jam 3 sore dan kecepatan anginnya bisa lebih dari 3,19 m/s sehingga dapat disimpulkan daya listrik yang dihasilkan bisa lebih dari perhitungan manual ini.

3.8 Analisis Simulasi Menggunakan Software HOMER : Aspek Teknis dan Ekonomi

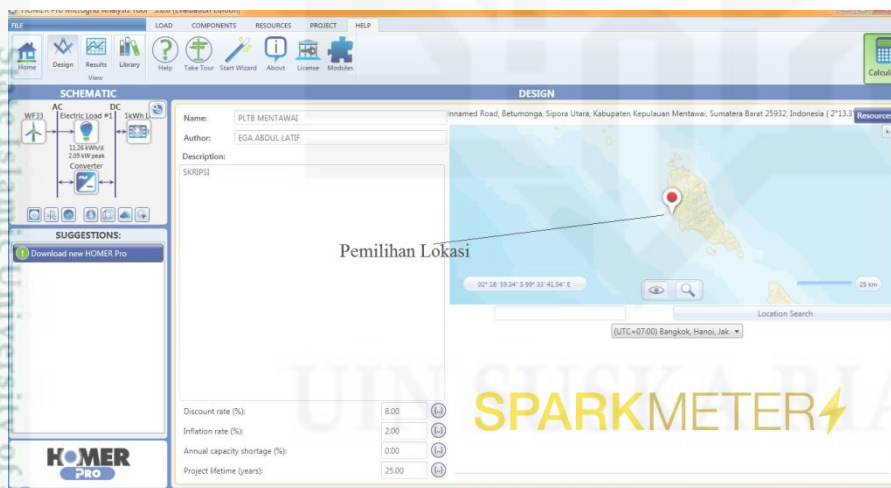
HOMER mampu menganalisis sistem pembangkit secara teknis dan menghitung ekonomi selama umur proyek. Tujuan dari tahap ini adalah: Pertama, untuk mengetahui apakah sistem yang didesain sudah optimal. Kedua, mendapatkan hasil perhitungan

ekonomi selama umur proyek. Ketiga, mendapatkan hasil kinerja sistem secara teknis selama umur proyek. Dalam mendesain pembangkit listrik tenaga bayu dengan menggunakan sistem *stand alone power system* pada *software HOMER* ditetapkan oleh peneliti menggunakan jaringan listrik parallel, jaringan listrik parallel ini digunakan karena apabila daya keluaran yang dihasilkan oleh turbin mencukupi untuk memenuhi kebutuhan beban maka daya keluaran akan langsung mensuplai kebutuhan beban dan apabila daya keluaran turbin tidak mencukupi kebutuhan beban maka daya keluaran turbin akan disimpan kedalam baterai. Penggunaan sistem jaringan parallel ini juga melihat dari pemakaian beban di Desa Betumonga yang rata rata penggunaannya dari jam 6 malam sampai jam 12 malam, sehingga peneliti menyimpulkan bahwa daya yang dihasilkan oleh turbin angin pada siang hari bisa disimpan kedalam baterai dahulu atau langsung memenuhi kebutuhan beban yang mencukupi. Berikut tahapan simulasi menggunakan homer secara dasar :

3.8.1 Tahapan Simulasi Menggunakan Homer

- a) Penentuan lokasi dan menentukan nilai inflasi dan discount rate.

Pada tahapan ini kita memilih lokasi yang ingin kita pasang suatu pembangkit. Pada HOMER akan menampilkan peta dan kita tinggal memasukan koordinat tempat tersebut.



- b) Memasukan Profil Beban.

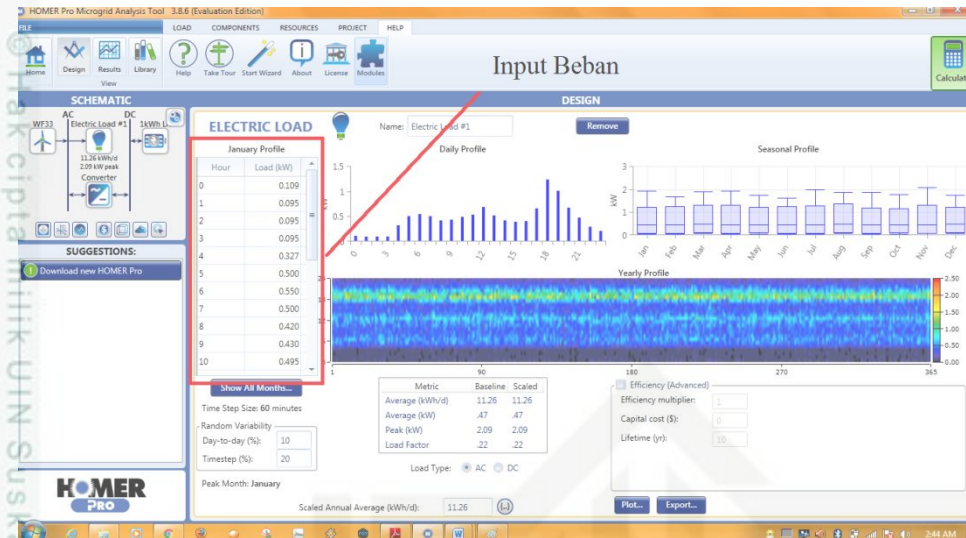
Konsumsi energi listrik per KK yang ada akan dimasukan kedalam *software HOMER* supaya nampak grafik yang akan diteliti.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

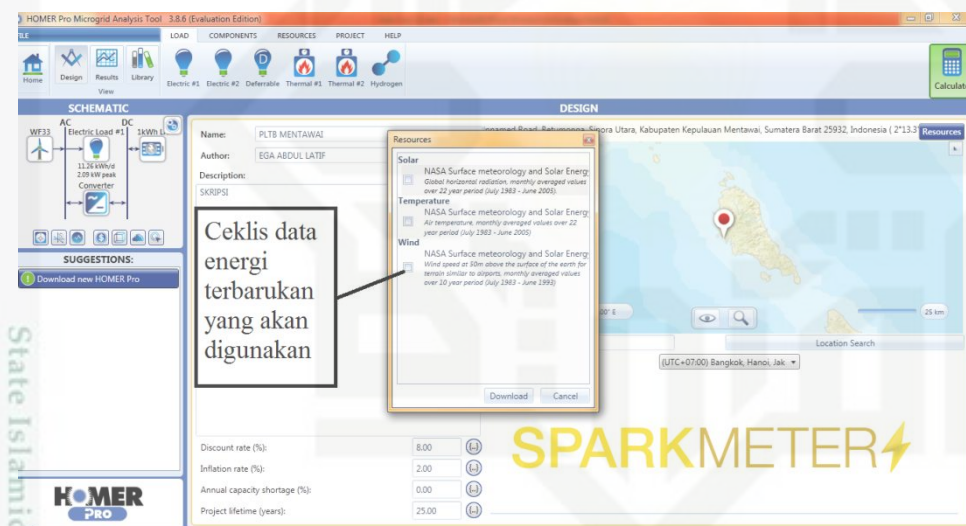
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



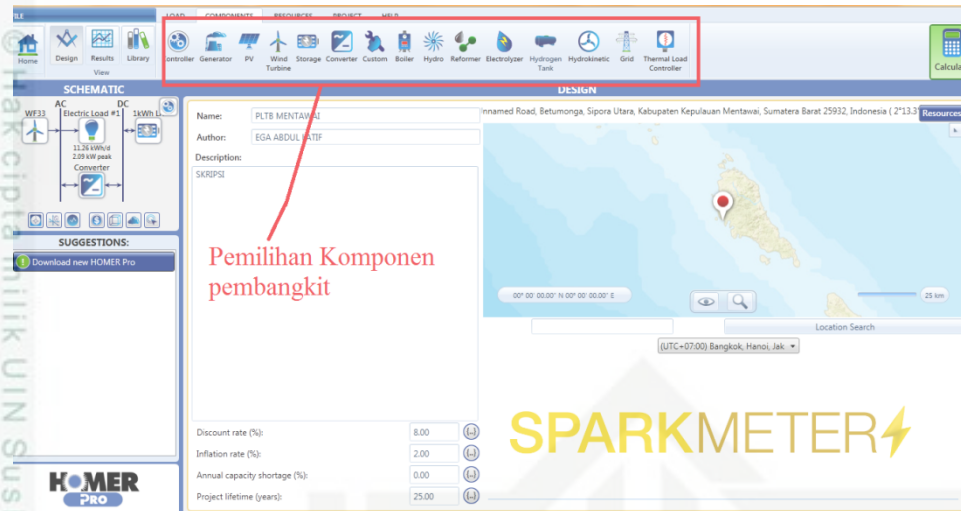
c) Memasukkan data potensi energi terbarukan

Dalam software homer sudah ada tools yang akan mendownload file energi terbarukan yang ada di lokasi yang sudah kita tentukan.



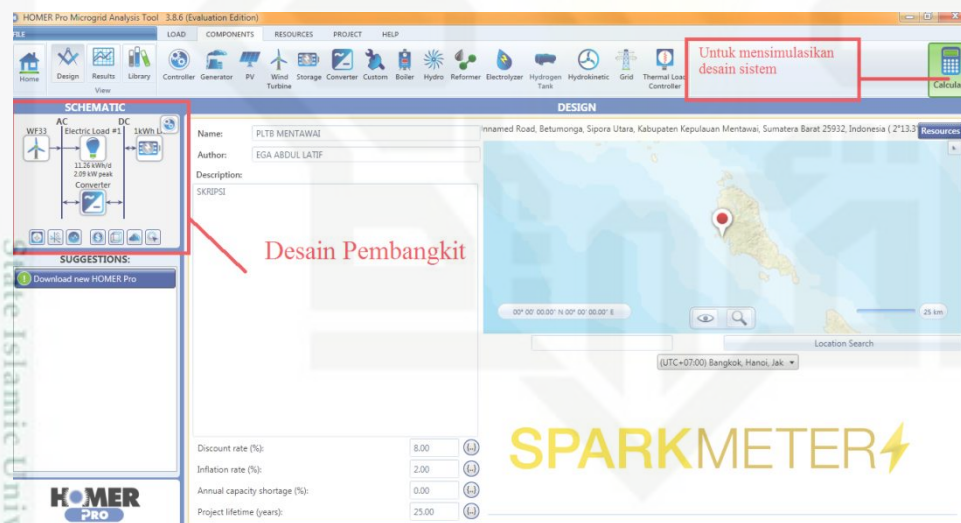
d) Pemilihan komponen sistem pembangkit.

Ukuran dan kebutuhan komponen pembangkit yang akan dipilih menyesuaikan dengan profil beban yang ada. Dalam pemilihan komponen ini peneliti juga akan memasukkan harga yang sesuai dengan harga komponen aslinya. Peneliti juga menginputkan nilai inflasi yang ada, sehingga dalam penghitungan analisa ekonomi mendapatkan nilai yang maksimal.



e) Desain dan simulasi

Pada tahapan ini peneliti akan memodelkan pembangkit listrik *off grid*. Pemodelan ini terdiri dari turbin angin, inverter, baterai, beban. Setelah pemodelan selesai baru dilakukan simulasi untuk mendapatkan suatu rekomendasi suatu pembangkit listrik tenaga bayu.



3.8.2 Analisis Hasil Simulasi

Setelah mendapatkan hasil simulasi, maka pada tahap ini akan dilakukan analisis sistem pembangkit listrik tenaga bayu dari hasil simulasi HOMER tersebut. Analisis yang akan dilakukan meliputi:

1. Analisis Teknis, mencakup analisis performa turbin angin, performa inverter, performa baterai dan produksi listrik dari sistem pembangkit listrik tenaga bayu yang didesain.

2. Analisis Ekonomi, mencakup analisis biaya yang timbul selama umur proyek (total NPC), dan biaya produksi listrik per kWh (LCOE).

Tujuan dari tahap ini yaitu agar pembangkit listrik tenaga bayu didesain sesuai dengan perencanaan yang diharapkan, yaitu dengan kriteria suplai listrik kontinyu, biaya yang timbul selama umur proyek (NPC) rendah, biaya energi (LCOE) rendah. Setelah menghitung semua aspek teknis dan ekonomi dengan menyesuaikan nilai NPC selama 25 tahun umur sistem. parameter kelayakan dari penelitian ini akan dapat ditentukan.

Berdasarkan syarat-syarat pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) diatas, apabila hasil simulasi pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) menggunakan *software HOMER* pada desa betumonga memiliki hasil simulasi yang tidak memenuhi kebutuhan beban baik dari aspek teknis maupun aspek ekonomi, maka tahap penelitian akan dilakukan pengecekan ulang komponen yang dipakai maupun mengganti komponen yang ada sehingga secara aspek teknis dan ekonomi PLTB dapat terpenuhi. Apabila secara aspek teknis dan ekonomi PLTB dapat terpenuhi maka penelitian dilanjutkan dengan membuat kesimpulan dan saran penelitian.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.