

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang alur penelitian dan perancangan sistem yang digunakan pada Pra Studi Kelayakan Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* (Surya-Angin) di Pulau Parang Menggunakan Perangkat Lunak Homer, serta cara pengujian sistem yang dilakukan. Beberapa metode yang digunakan sebagai berikut:

#### 3.1 Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan adalah anemometer. Pengertian dari anemometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Alat ukur Anemometer banyak digunakan dalam bidang Meteorologi dan Geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Selain dapat mengukur kecepatan angin, anemometer juga mampu mengukur suhu disekitarnya.



Gambar 3.1. Anemometer

#### 3.2 Alur Penelitian

Alur dari penelitian Pra Studi Kelayakan Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* (Surya-Angin) di Pulau Parang, Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara dapat dilihat pada diagram alur penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.

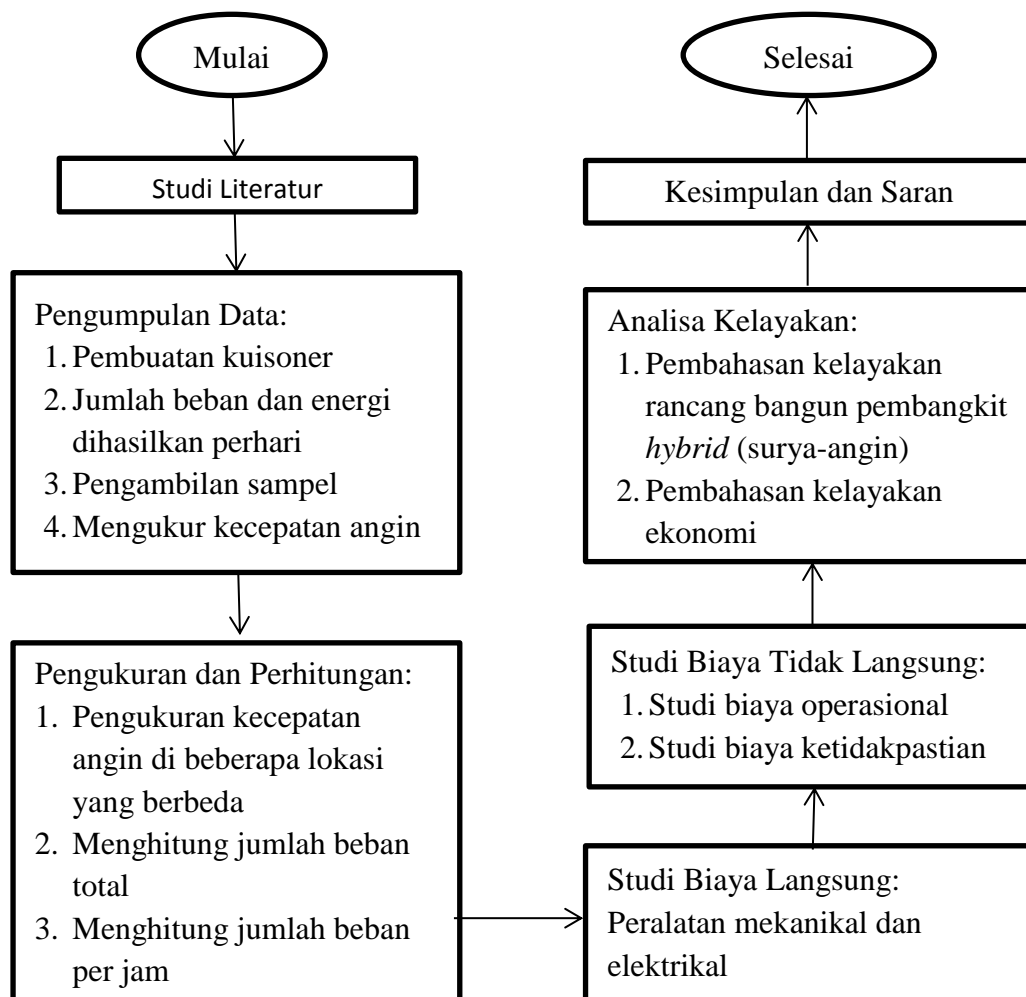
Pra Studi Kelayakan Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* (Surya-Angin) di Pulau Parang ini dimulai dengan mengumpulkan data-data sekunder antara lain, informasi dari pihak-pihak terkait diantaranya pemerintah desa Parang untuk mengetahui perizinan dan jumlah penduduk di Pulau Parang.

Setelah mendapat informasi yang cukup, dilakukan survei lokasi untuk bertemu pihak pemerintah desa serta pengelola pembangkit energi listrik guna mengetahui jumlah beban dan

energi yang dibangkitkan setiap harinya, serta mengukur kecepatan angin di Pulau Parang. Untuk mendekati hasil sempurna dilakukan wawancara langsung kepada kepala pengelola pembangkit energi listrik Pulau Parang serta datang ke lokasi pembangkit dan dilakukan pengambilan sampel warga dengan metode wawancara guna mengetahui peralatan-peralatan elektronik yang digunakan dan biaya yang dikeluarkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari.

Setelah data sekunder diperoleh tahap selanjutnya adalah analisa dan pembahasan terkait pra studi kelayakan rancang bangun pembangkit *hybrid* (surya-agin) di Pulau Parang.

Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang dilakukan guna menyelesaikan penelitian Pra Studi Kelayakan Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* (Surya-Angin) di Pulau Parang Menggunakan Perangkat Lunak HOMER:



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data Sekunder dan Survei Lapangan

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder. Melakukan pencarian data ke kantor pengelola pembangkit listrik desa Parang terkait jumlah energi listrik yang dibangkitkan setiap harinya dan jumlah beban yang ada serta dilakukan juga survei lapangan secara langsung.

Lokasi penelitian yang dituju adalah Desa Parang, Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Desa ini berada di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa yang lokasinya berada di koordinat GPS -5.744225, 110.243011.

Pemilihan lokasi ini dikarenakan rasa kepedulian terhadap kondisi masyarakat di desa Parang yang tidak memperoleh listrik secara maksimal serta sebagai wujud bakti sebagai putra daerah untuk memberikan suatu kemanfaatan yang bisa memberikan dampak positif bagi masyarakat secara umum.



Gambar 3.3. Lokasi Pulau Parang, Karimunjawa, Jepara

### 3.4 Komponen Utama Sistem

Komponen utama sistem pembangkit *hybrid* terdiri dari panel surya, baterai bank, turbin angin, generator diesel, dan konverter. Berikut penjelasan spesifikasi dari tiap komponen yang digunakan beserta harga dan kebutuhan perawatan:

#### 3.4.1 Panel Surya/*Photo Voltage (PV)*

PV yang digunakan dalam sistem Homer adalah tipe *Generic Flate Plate PV* dengan 72 cell dan rating daya maksimum 600 kWp dengan modal senilai Rp.1.500.000.000 dan harga penggantian senilai Rp.1.300.000.000 dengan kapasitas 600 kW atau modal yang dibutuhkan sama dengan Rp.2.500.000/kW, biaya perawatan berkisar Rp.30.000.000/tahun dan *life time* dari PV selama 20 tahun. Dalam perangkat lunak Homer, PV disediakan dengan pilihan kapasitas yang bervariasi untuk mencari kelonggaran sistem, pada kasus ini pilihan yang dimasukkan ke dalam Homer mulai dari 300 kW sampai dengan 600 kW. Dari pilihan tersebut Homer akan melakukan simulasi dengan pilihan yang ditentukan dan mencari hasil simulasi yang terbaik.

The screenshot shows the configuration for a 'Generic flat plate PV' panel in the HOMER software. The interface is divided into several sections:

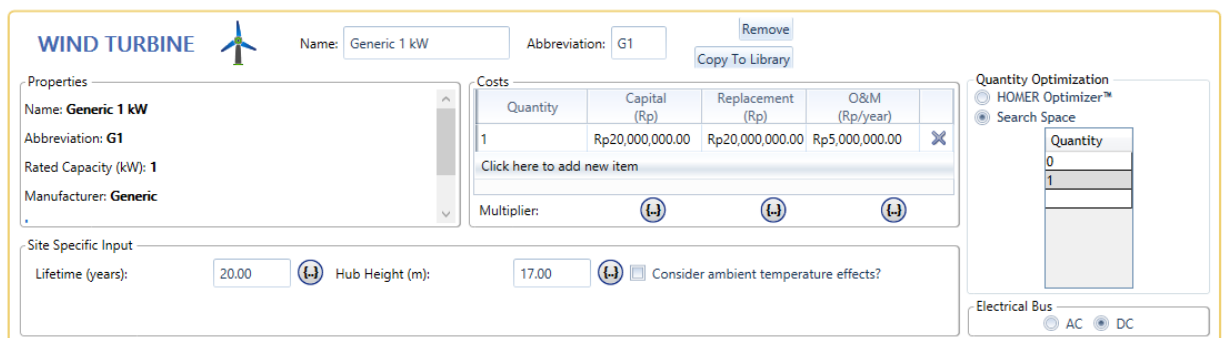
- Properties:** Name: Generic flat plate PV, Abbreviation: PV, Panel Type: Flat plate, Rated Capacity (kW): 500, Manufacturer: Generic, www.homerenergy.com, Notes: This is a generic PV system.
- Costs Table:**

Capacity (kW)	Capital (Rp)	Replacement (Rp)	O&M (Rp/year)
600	Rp1,500,000,000.00	Rp1,300,000,000.00	Rp30,000,000.00
- Site Specific Input:** Lifetime (years): 20.00, Derating Factor (%): 80.00.
- Capacity Optimization:** HOMER Optimizer™, Search Space, Size (kW) list: 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360. Electrical Bus: AC, DC (selected).

Gambar 3.4. Parameter masukan panel surya

#### 3.4.2 Turbin Angin

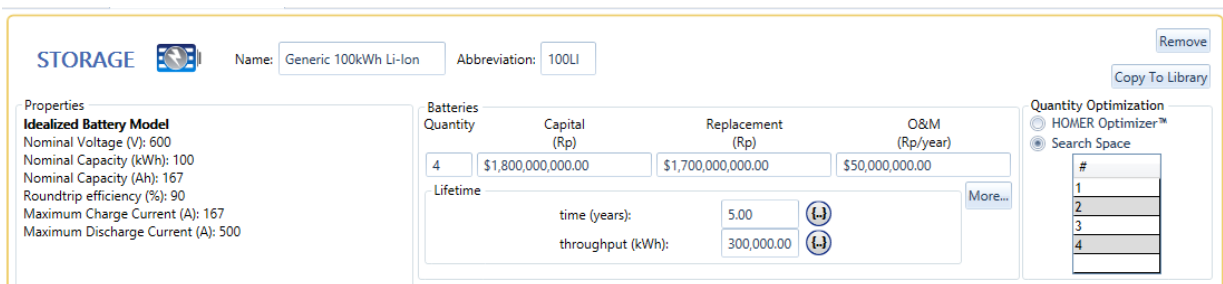
Turbin angin yang digunakan dalam sistem Homer adalah *Generic* 1 kW dengan modal dan biaya penggantian senilai Rp.20.000.000, dan biaya perawatan berkisar Rp.5.000.000/tahun dan *life time* dari turbin angin selama 20 tahun dengan tinggi tiang 17 m. Turbin angin dalam sistem dipilih dengan kapasitas 1 kW karena saat survei lapangan tidak diperoleh kecepatan angin yang potensial untuk dijadikan pembangkit, sehingga pada sistem turbin angin dipilih dengan kapasitas yang kecil agar tidak menimbulkan pembiayaan yang tinggi tanpa adanya energi sebanding yang dihasilkan.



Gambar 3.5. Parameter masukan turbin angin

### 3.4.3 Baterai Bank

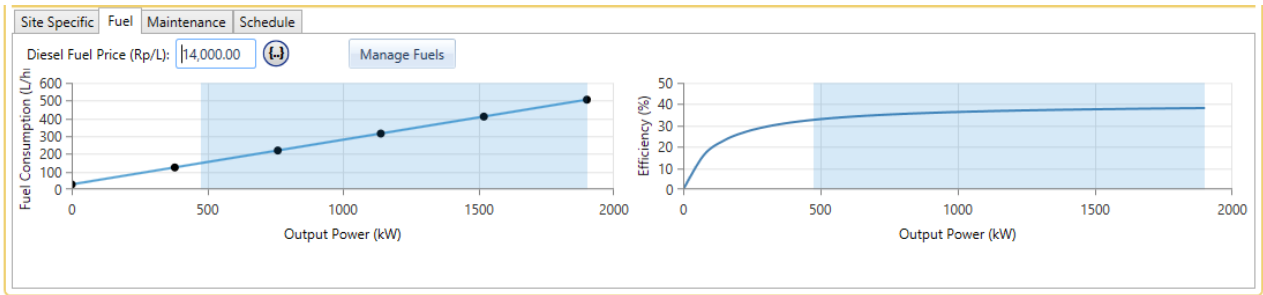
Baterai bank yang digunakan dalam sistem Homer adalah baterai tipe *Generic* 100 kWh Li-Ion dengan modal senilai Rp.1.800.000.000 dan biaya penggantian sebesar Rp.1.700.000.000 untuk 4 baterai yang berarti biaya modal per satuan baterai senilai Rp.450.000.000, dan biaya perawatan berkisar Rp.50.000.000/tahun. Baterai Li-Ion atau Baterai Ion Litium adalah salah satu jenis baterai isi ulang dengan *life time* yang tersedia adalah 5 tahun. Baterai Li-Ion yang dipilih di perangkat lunak Homer dengan spesifikasi tegangan 600 V, 100 kWh, dan 167 Ah. Dalam perangkat lunak Homer, baterai disediakan dengan pilihan kapasitas yang bervariasi untuk mencari kelonggaran sistem, pada kasus ini pilihan yang dimasukkan ke dalam Homer mulai dari 1 buah baterai sampai dengan 4 buah baterai. Dari pilihan tersebut Homer akan melakukan simulasi dengan pilihan yang ditentukan dan mencari hasil simulasi yang terbaik.



Gambar 3.6. Parameter masukan baterai bank

### 3.4.4 Generator Diesel

Generator diesel yang digunakan dalam sistem Homer adalah model *auto size genset* dengan kapasitas 450 kW, *life time* dari generator diesel selama 15.000 jam. Pembiayaan generator pada perangkat lunak Homer berbeda dengan komponen yang lainnya, menu yang tersedia untuk pembiayaan generator dihitung berdasarkan nilai Rupiah per kW dari kapasitas yang ada. Nilai yang ditentukan untuk modal dan biaya penggantian generator diesel senilai Rp.2.800.000/kW atau setara dengan Rp.1.260.000.000 dan biaya perawatan Rp.50.000/jam. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan harga Rp.14.000/L.



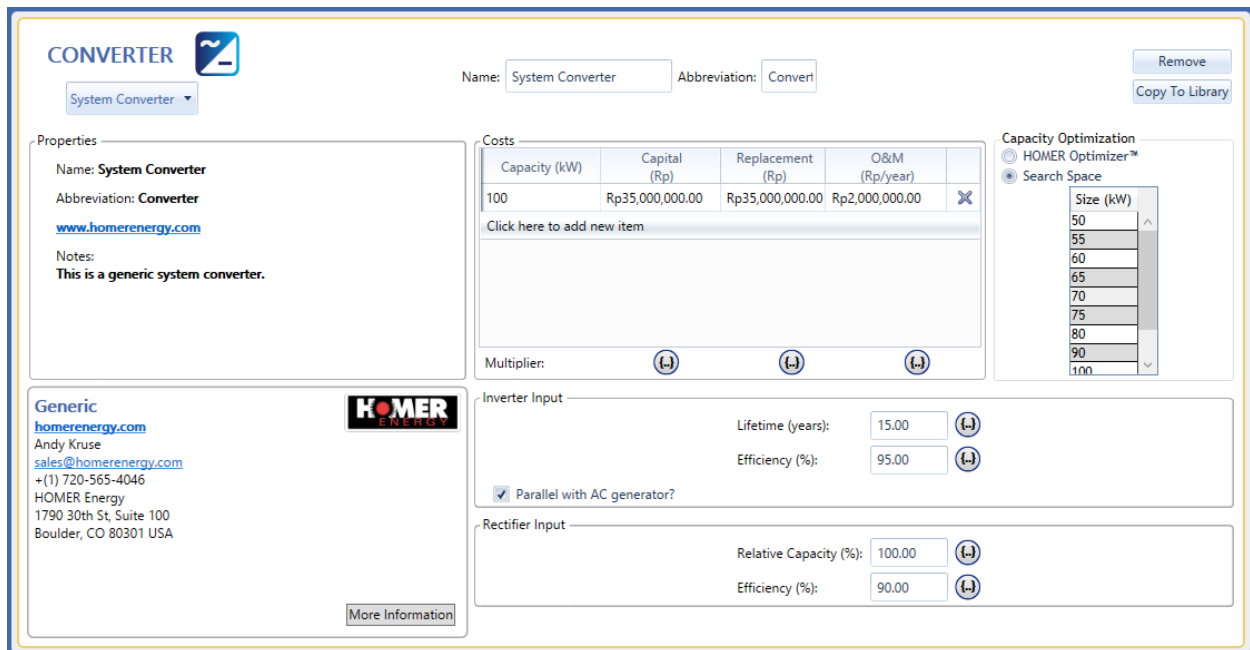
Gambar 3.7. Harga bahan bakar generator diesel

The screenshot shows the 'GENERATOR' configuration window in HOMER. The 'Name' is 'Autosize Genset' and the 'Abbreviation' is 'Gen'. The 'Fuel' is set to 'Diesel'. Under 'Generator is auto-sizing', the 'Fuel curve intercept' is 8.53 L/hr and the 'Fuel curve slope' is 0.251 L/hr/kW. The 'Emissions' section lists: CO (g/L fuel): 16.5, Unburned HC (g/L fuel): 0.72, Particulates (g/L fuel): 0.1, and Fuel Sulfur to PM (%): 2.2. The 'Generator Cost' is 'Rp per kW of capacity'. Financial parameters include 'Initial Capital' at \$2,800,000.00, 'Replacement' at \$2,800,000.00, and 'O&M (per hour)' at \$50,000. The 'Electrical Bus' is set to 'AC'. Optimization options include 'Simulate systems with and without this generator' and 'Include in all systems'. The 'Site Specific' tab is active, showing 'Minimum Load Ratio (%)' at 25.00, 'Heat Recovery Ratio (%)' at 0.00, 'Lifetime (Hours)' at 15,000.00, and 'Minimum Runtime (Minutes)' at 0.00.

Gambar 3.8. Parameter masukan generator diesel

### 3.4.5 Konverter

Sistem konverter yang digunakan dalam sistem Homer dengan kapasitas 100 kW, *life time* dari konverter selama 15 tahun dengan efisiensi 95% dan di parallel dengan AC generator. Modal dan biaya penggantian senilai Rp.35.000.000, dan biaya perawatan senilai Rp.2.000.000/tahun. Dalam perangkat lunak Homer, konverter disediakan dengan pilihan kapasitas yang bervariasi untuk mencari kelonggaran sistem, pada kasus ini pilihan yang dimasukkan ke dalam Homer mulai dari 50-100 kW. Dari pilihan tersebut Homer akan melakukan simulasi dengan pilihan yang ditentukan dan mencari hasil simulasi yang terbaik.



Gambar 3.9. Parameter masukan konverter

### 3.5 Sumber Daya Alam

Sumber daya alam yang dimaksudkan adalah energi terbarukan dari sinar matahari dan angin. Data yang disajikan tepat pada lokasi yang dibahas, yaitu Pulau Parang, Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Data yang diperoleh dalam pembahasan bersumber dari NASA (*National Aeronautics and Space Administration*).

#### 3.5.1 Kecepatan Angin

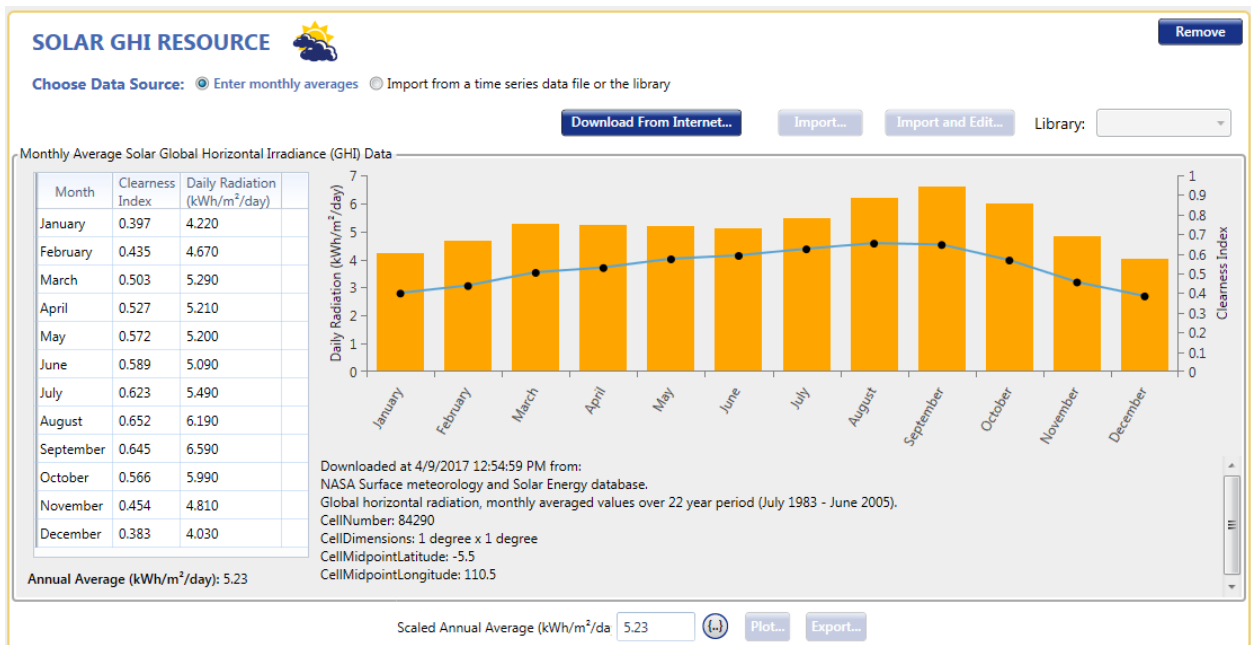
Sulitnya memiliki data kecepatan angin dengan standart pengukuran yang tepat membutuhkan waktu yang lama, mahal dan hasilnya belum tentu akurat ketika dilakukan oleh penulis sendiri. Dengan alasan tersebut maka digunakanlah data NASA *surface meterology and solar energy database* (meterologi permukaan dan basis data energi surya NASA). Data yang diperoleh NASA adalah perhitungan kecepatan angin pada 50 m diatas permukaan tanah untuk medan pengukuran yang mirip dengan bandara. Nilai rata-rata bulanan yang disajikan selama 10 tahun periode terhitung sejak Juli 1983 – Juni 1993.



Gambar 3.10. Data bulanan rata-rata kecepatan angin dari NASA

### 3.5.2 Radiasi Sinar Matahari

Homer menerima data radiasi sinar matahari dengan data bulanan dan dijadikan rata-rata. Data radiasi sinar matahari yang diperoleh adalah data radiasi horisontal global yang nilai rata-rata bulanan selama 22 tahun, terhitung dari Juli 1983 – Juni 2005.



Gambar 3.11. Data bulanan rata-rata radiasi sinar matahari global dari NASA



### 3.6 Faktor Ekonomi

*Discount rate* merupakan tingkat bunga yang dibebankan bank sentral atas pinjaman yang diberikan kepada bank umum. *Discount rate* juga berfungsi sebagai instrumen kebijakan moneter disuatu negara. *Discount rate* yang ditentukan di Indonesia sebanyak 4,75% pada oktober 2016 dan Harapan inflasi sebesar 4%. [8] Harapan inflasi ditentukan oleh menteri keuangan yang tertulis di peraturan menteri keuangan Republik Indonesia, Nomor 93/PMK.011/2014 tentang sasaran inflasi tahun 2016, tahun 2017, dan tahun 2018.

Umur proyek (tahun) adalah perkiraan lamanya umur proyek yang akan dibangun. Lamanya umur proyek dapat ditentukan dan disesuaikan dengan umur komponen yang terlama. Pada sistem ini umur komponen terlama adalah sel surya yang bertahan selama 20 tahun. Homer menggunakan umur proyek untuk menghitung biaya pengganti selama setahun dan biaya masing-masing komponen.

Pada kasus ini satuan harga yang digunakan adalah rupiah meskipun dalam beberapa tampilan masih menggunakan satuan dalam bentuk dolar.



The screenshot shows the 'ECONOMICS' section of the HOMER software interface. It features a list of input parameters with corresponding text boxes and circular icons for adjustment. The parameters and their values are:

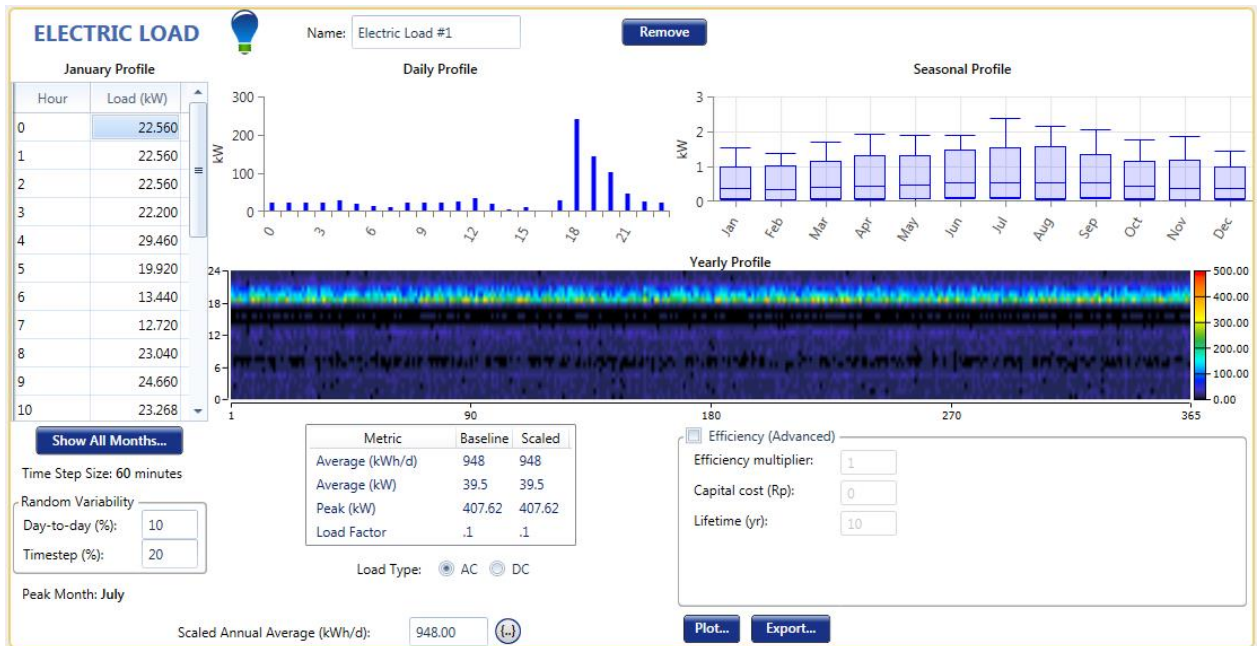
- Nominal discount rate (%): 4.75
- Expected inflation rate (%): 4.00
- Project lifetime (years): 20.00
- System fixed capital cost (Rp): 0.00
- System fixed O&M cost (Rp/yr): 0.00
- Capacity shortage penalty (Rp/kWh): 0.00

The 'Currency' is set to 'Indonesian Rupiah (Rp)'. A 'Real discount rate (%)' of 0.72 is displayed on the right side of the interface.

Gambar 3.12. Faktor ekonomi pada Homer

### 3.7 Data Beban

Data beban ini diperoleh dari survei lokasi yang dilakukan. Setelah data dimiliki lalu di inputkan ke perangkat lunak Homer dan dapat dilihat pada Gambar 3.13 ditampilkan dalam grafik harian, bulanan, dan tahunan. Metrik yang diperoleh adalah rata-rata 948 kWh/hari.



Gambar 3.13. Data beban di Pulau Parang

### 3.8 Analisis dan Penulisan Laporan

Pada tahap ini dilakukan analisis dari data yang diperoleh dari lapangan yang telah dilakukan sebelumnya. Dari analisis ini nantinya akan dibuat penulisan laporan pra studi kelayakan rancang bangun pembangkit *hybrid* (surya-angin) guna dijadikan laporan Pra Studi Kelayakan Rancang Bangun Pembangkit *Hybrid* (Surya-Angin) di Pulau Parang Menggunakan Perangkat Lunak Homer.

Langkah-langkah yang dilakukan bermula dari perancangan, pemilihan komponen sistem, dan input data beban. Setelah semua siap maka sistem siap untuk dianalisa melalui perangkat lunak Homer dengan cara di *calculate* (dihitung) maka akan diperoleh beberapa saran yang ditampilkan dari Homer dengan pilihan komponen lengkap maupun sebagian dan pilihan investasi ekonomi yang beragam. Hasil yang ditampilkan Homer hanya berupa saran dan selanjutnya adalah memilih salah satu dari yang ditampilkan dan dilihat laporan detailnya tentang kelistrikan, ekonomi, konstruksi, pencemaran, dan masih banyak lagi.

Hasil *calculate* menunjukkan 8 rancangan sistem terbaik menurut Homer dengan paparan lengkap komponen yang dipilih serta total kebutuhan ekonominya. Homer akan membuang saran sistem yang dianggap tidak efisien secara investasi ekonomi dan hasil produksi energi listriknya. Dari hasil saran yang ditampilkan Homer urutan teratas berdasarkan total biaya kebutuhan investasi ekonomi yang paling rendah dengan hasil produksi listrik yang tinggi dan saran yang ditampilkan Homer paling bawah menunjukkan kebutuhan investasi ekonomi yang tinggi dan

hasil produksi listrik yang tinggi. Penelitian ini memilih saran pertama dari Homer dengan pilihan pembiayaan yang murah disertai hasil produksi energi listrik yang tinggi.