

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Prosedur Penelitian**

Agar pelaksanaan penelitian dapat terlaksana, prosedur perlu diperhatikan agar pelaksanaan dapat berjalan dengan terarah dan sistematis. Langkah-langkah tersebut dimulai dengan melakukan studi literatur yang berhubungan dengan topik penelitian yaitu hal-hal seputar sistem energi terbarukan hibrida serta perkembangannya dan juga mengenai daerah penelitian. Pengumpulan data-data tersebut dapat dicari melalui situs web pemerintah serta jurnal-jurnal nasional dan internasional yang bersumber dari basis data seperti ScienceDirect, Researchgate, IEEE, dan situs *research* lainnya. Dari literatur yang ada akan dilakukan penyortiran untuk dijadikan rumusan masalah di daerah yang akan diteliti. Data pendukung juga diperlukan agar tujuan penelitian dapat tercapai. Setelah didapatkannya data-data tersebut kemudian dilakukan desain skema pemodelan dengan pengolahan data menggunakan HOMER sebagai dasar pemilihan energi terbarukan yang terbaik dan menjadi langkah selanjutnya dalam menganalisis secara *techno-economic* dan *break even point*. Analisis tersebut digunakan untuk melakukan konfigurasi yang terbaik serta memberikan penjelasan mengenai keuntungan maupun kerugian dalam sisi ekonomi dalam periode waktu yang akan dilaksanakan bila sistem tersebut diterapkan.

#### **3.2. Metode Pengumpulan Data**

Melalui analisis *techno-economic* dan BEP, perolehan data yang digunakan dapat didapatkan dengan beberapa cara yaitu:

##### **3.2.1. Studi Literatur**

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan studi literature yang bersumber dari publikasi website dan jurnal. Publikasi website seperti website pemerintah kabupaten Bengkalis, Badan Pusat Statistika (BPS), Global Atlas, Badan Informasi Geospasial, dan NASA Power. Data-data geospasial dari publikasi jurnal secara nasional dan

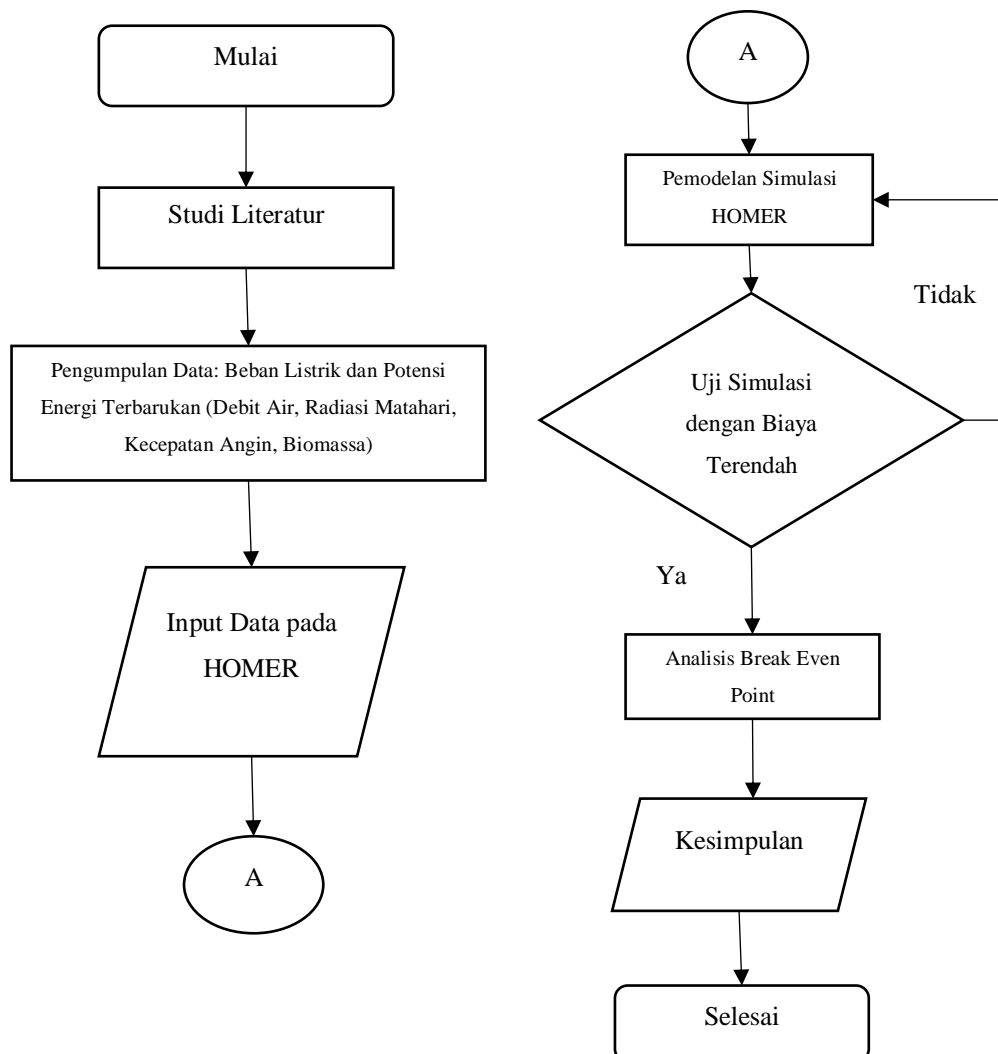
internasional yang bereputasi diperoleh melalui basis data seperti ScienceDirect, Researchgate, IEEE, dan beberapa jurnal yang diterbitkan oleh kampus nasional.

### 3.2.2. Diskusi

Dalam penelitian ini juga dilakukan diskusi bersama Antara dosen pembimbing DPTE FPTK UPI, rekan mahasiswa, rekan diskusi dengan materi yang sebidang, alumni dan terkait lainnya.

### 3.3. Metode Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengolahan data yang ditampilkan dalam diagram alir pada **Gambar 3.1**, sebagai berikut:



### Gambar 3.1 Diagram alir pengolahan data

Pada **Gambar 3.1** dapat diketahui pengolahan data dimulai dengan studi literatur yang sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan lokasi pelaksanaan perancangan serta melakukan pengumpulan data dari jurnal-jurnal internasional. Berikutnya melakukan identifikasi pada potensi energi terbarukan di wilayah tersebut serta menentukan beban listrik pada kawasan Kota Duri. Selanjutnya dilakukan validasi data, apabila data sudah valid langkah berikutnya melakukan perancangan dari beberapa kombinasi energi terbarukan secara *hybrid* maupun *off-grid* hingga mendapatkan hasil yang terbaik dalam simulasi yang dilakukan. Tahap terakhir pengambilan data hasil optimasi dan analisis data hasil optimasi. Dari hasil analisis data yang telah diterima kemudian diberikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.



### Gambar 3.2 Step Diagram Penggunaan HOMER

Dalam **Gambar 3.1** diperlihatkan diagram alir pengolahan data dan di dalamnya terdapat pemodelan simulasi melalui HOMER, pemodelan simulasi melalui HOMER dapat diperoleh dengan cara yang pertama, memasukkan data beban dari riset-riset maupun data hasil olahan yang diperoleh pada saat penelitian, setelah memasukkan data beban maka kita dapat memasukkan data potensi energi

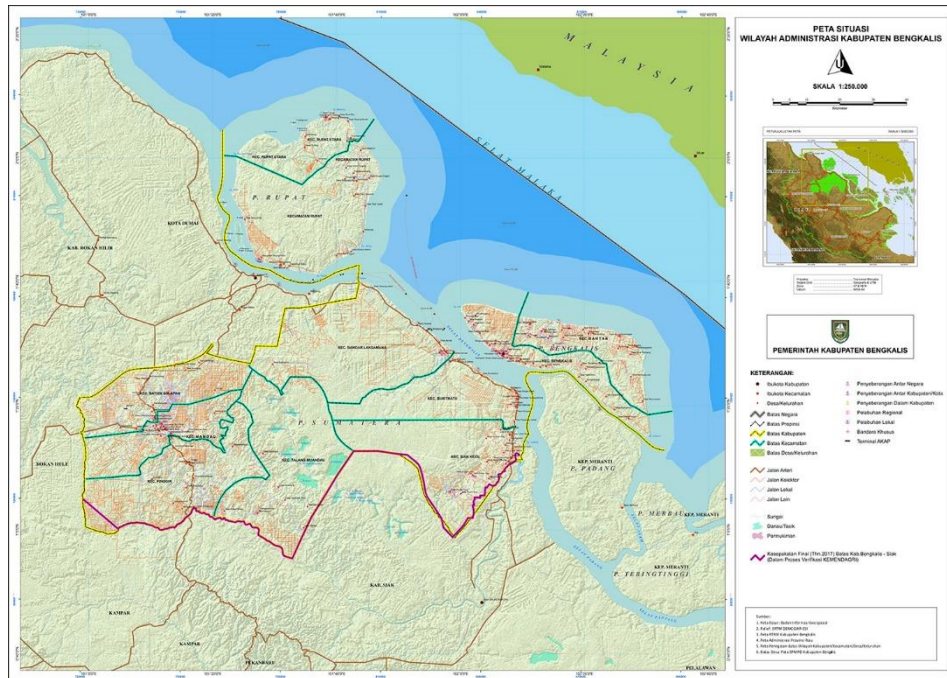
yang terdapat di daerah yang kita teliti. Menemukan potensi yang ada, kita kemudian menentukan komponen pembangkit energi listrik yang akan kita gunakan berdasarkan potensi yang layak digunakan pada daerah yang kita teliti. Data dan komponen telah dimasukkan dalam HOMER maka kita dapat mengkalkulasikan data-data tersebut melalui ikon *Calculate* dalam HOMER. Hasil yang optimal dari data dan komponen dapat dilihat pada ikon *Results* di HOMER. Melalui **Gambar 3.2** diperlihatkan step diagram dari penggunaan HOMER.

### 3.4. Karakteristik Area Studi

Air Jamban yang lebih dikenal dengan sebutan Duri merupakan ibu kota dari Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia. Duri adalah salah satu lading minyak yang terdapat di Indonesia. Ladang minyak Duri telah dieksploitasi sejak pertengahan abad ke 20 yang saat itu diproduksi oleh PT Chevron Pacific Indonesia (CPI). Tempat lainnya seperti Minas dan Dumai bersamaan dengan Duri menyumbangkan sekitar 60% produksi minyak mentah Indonesia, dengan rata-rata produksi 400.000-500.000 barel per hari.

Minyak mentah yang diperoleh di Duri Crude merupakan salah satu minyak dengan kualitas terbaik di dunia walaupun tidak sebaik yang diperoleh di lapangan minyak Minas (Perkembangan et al., 2017). Di bulan November 2006, lading minyak Duri mencapai rekor produksi 2 miliar barel sejak awal dieksplorasi. Pemroduksian tersebut ditunjang oleh puluhan perusahaan kontraktor dari yang terbesar Halliburton, Schlumberger, hingga ke perusahaan kontraktor kecil. Menurunnya produksi minyak Chevron, penduduk mulai beralih menanam kelapa sawit dan karet di pinggiran kota.

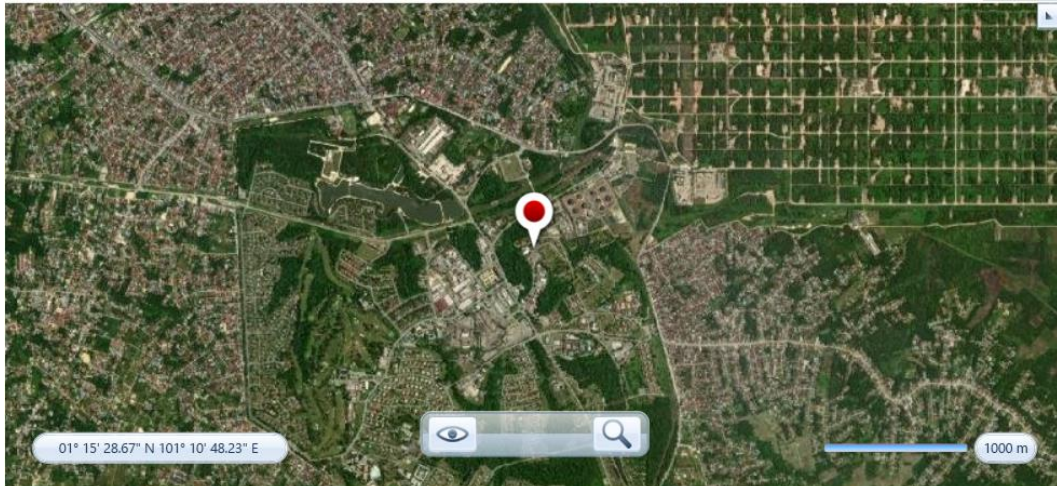
Duri berada di lajur Jalan Raaya Lintas Sumatra, berkisar 130 km dari Pekanbaru. Duri berbatasan langsung dengan Dumai di utara, Kecamatan Pinggir di bagian selatan, dan Kecamatan Rantau Kopar pada bagian barat. Pengadaan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai memberikan jarak tempuh dari Duri ke kota Pekanbaru sekitar 1 jam/1 jam 30 menit dengan jarak 107 km, dengan luas wilayah 155 km<sup>2</sup>.



**Gambar 4.1** Peta wilayah administrasi kabupaten Bengkalis

Sumber: [bengkalis.kab.go.id/peta-wilayah](http://bengkalis.kab.go.id/peta-wilayah)

Duri merupakan bagian dari Kecamatan Mandau, Kecamatan Mandau terbentang Antara  $0^{\circ} 56' 12''$  LU –  $1^{\circ} 28' 17''$  LU dan  $100^{\circ} 56' 10''$  BT –  $101^{\circ} 43' 26''$  BT. Wilayah administrasi terbesar yaitu, Kelurahan Air Jamban dan Kelurahan Pematang Pudu yang luasnya 25 km, sebesar 16 persen dari luas total Kecamatan Mandau. Kecamatan Mandau merupakan kecamatan yang terlama yang dibentuk bersamaan dengan terbentuknya Kabupaten Bengkalis berdasarkan UU Nomor 12 Tahun 1956 tentang Pembentukan Daerah Otonom Kabupaten dalam Lingkungan Daerah Provinsi Sumatra Tengah, luas wilayah 937,47 km<sup>2</sup>. Potensi pada daerah yaitu: pertambangan minyak bumi, perkebunan (karet dan kelapa sawit), beternak (ungags, sapi, kambing) perdagangan, jasa, pariwisata. **Gambar 4.1** merupakan peta dari administrsi Kabupaten Bengkalis. Kecamatan Mandau pada **Gambar 4.1** terletak pada bagian utara berbatasan dengan Kecamatan Bathin Solapan, bagian timur dengan Kecamatan Bukit Batu, bagian selatan dengan Kecamatan Pinggir, dan sebelah barat dengan Kabupaten Rokan Hulu dan Kabupaten Rokan Hilir.



**Gambar 4.2 Lokasi penelitian perencanaan pembangunan HRES**

Sumber: Dokumentasi pribadi melalui aplikasi HOMER

**Gambar 4.2** merupakan lokasi dari penelitian pembangunan pembangkit listrik sistem energi terbarukan hibrida yaitu berada di Duri, Kecamatan Mandau.

### 3.5. Analisis *Techno-Economic*

Analisis techno-economic memiliki indikator biaya seperti *Net Present Cost* (NPC) dan *Cost of Energy* (COE) yang diperhitungkan. Produksi listrik hingga konsumsi listrik dari sumber energi terbarukan di daerah tersebut juga dapat diperlihatkan dari hasil operasi komponen yang dianalisis. Perbandingan pemodelan dari hasil optimasi yang dilakukan oleh HOMER akan menunjukkan skema yang lebih ekonomis. HOMER menyatakan bahwa COE sebagai biaya yang perlu dikeluarkan per kWh dari yang telah dihasilkan oleh sistem, perhitungan dari COE, yaitu dengan membagi biaya tahunan untuk memproduksi listrik dengan total energi listrik yang dipergunakan per tahun (Viki & Rizal, 2022), penjabaran sebagai berikut:

$$COE = \frac{Cann}{kWh}$$

Dengan:

$Cann$  = total biaya sistem per tahun (Rp/tahun)

$kWh$  = total konsumsi listrik per tahun (kWh/tahun)

COE atau *Cost of Energy* merupakan biaya dari energi yang dihasilkan per kWh,  $C_{ann}$  pada rumus tersebut merupakan total biaya produksi listrik tahunan dengan satuan Rp/tahun dan  $kWh$  merupakan total energi listrik yang dikonsumsi atau digunakan per tahun dengan satuan kWh/tahun. Dengan mengalikan faktor pemulihan modal dengan total biaya investasi atau nilai NPC akan mendapatkan nilai  $C_{ann}$ , dihitung dalam bentuk sebagai berikut:

$$C_{ann} = CRF(i, R_{pro}) \times C_{NPC, total}$$

$CRF$  dalam rumus tersebut adalah faktor pemulihan modal dalam menghitung sejumlah biaya yang dibayar dalam jumlah yang tetap pada setiap periode waktu,  $i$  merupakan nilai dari *real discount rate* dan  $R_{pro}$  adalah lama proyek yang akan diperhitungkan. Nilai dari  $i$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$i = \frac{(i' - f)}{(1 + f)}$$

Pada perhitungan *real discount rate* ( $i$ ) diketahui bahwa  $i'$  adalah nilai dari *discount rate* dan  $f$  adalah *inflation rate* yang nilai tersebut dapat berbeda-beda tergantung keadaan ekonomi negara tersebut. Setelah diketahui rumusan tersebut, kita juga dapat mengetahui nilai dari NPC dihitung sebagai berikut:

$$NPC = CC + RC + O\&M\ Cost + FC + EP - S$$

Penjelasan yaitu  $CC$  (*Capital Cost*) merupakan biaya modal komponen,  $RC$  (*Replacement Cost*) merupakan biaya penggantian dari komponen yang digunakan,  $O\&M\ Cost$  (*Operation & Maintenance Cost*) adalah biaya operasional dan pemeliharaan dari komponen yang digunakan dalam sistem,  $FC$  (*Fuel Cost*) merupakan biaya bahan bakar yang digunakan dalam sistem,  $EP$  (*Emissions Penalties*) merupakan biaya pelanggaran terhadap emisi yang dikeluarkan dari sistem dan yang terakhir  $S$  (*Salvage*) adalah nilai sisa yang diterima dari sistem yang dapat diterima di akhir proyek (Viki & Rizal, 2022).

### 3.6. Analisis Break Even Point (BEP)

Analisis BEP adalah titik dimana pendapatan yang diterima senilai dengan biaya yang dikeluarkan, dalam hal ini perusahaan tidak akan mengalami

Joseph Christoper .h, 2023

DESAIN KONSEPTUAL HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS (HRES) PADA DAERAH TERPENCIL BERBASIS PERANGKAT LUNAK HOMER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

keuntungan maupun kerugian. Dalam konteks biaya, ada dua jenis biaya yang terkait dengan BEP, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Biaya tetap (*fixed cost*) adalah biaya yang tidak berubah meskipun besar produksi atau penjualan berubah. Biaya tetap meliputi sewa atau hipotek bangunan, gaji pegawai tetap, asuransi, biaya utilitas bulanan tetap, dan sebagainya. Selanjutnya, *variable cost* adalah biaya yang dapat berubah sejalan perubahan besar produksi atau penjualan. Contoh dari *variable cost* adalah bahan baku, upah kepada tenaga kerja, transportasi, serta pemasaran yang bergantung pada besar nilai penjualan.

Untuk menghitung BEP, perlu diketahui terlebih dahulu kontribusi margin per unit. Kontribusi margin per unit adalah selisih antara harga jual per unit (COE) dan *variable cost*. Dalam hal ini, perhitungan dilakukan dengan membandingkan total biaya tetap (*fixed cost*) dengan kontribusi margin per unit (Huda & Kurniawan, 2023). Rumus untuk menghitung BEP dalam rentang waktu adalah:

$$BEP = \frac{\text{Biaya Tetap Produksi}}{(\text{Harga Jual} \times \text{Konsumsi daya per tahun}) - O\&M \text{ Cost}}$$

Selain itu, *Break Even Point* pada sistem pembangkit dapat menggunakan rumus:

$$BEP = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{COE} - \text{VC}}$$

Dengan penjelasan bahwa:

*BEP* = Titik impas (Rp)

*Fixed Cost* = Biaya tetap (Rp)

COE = Harga jual per unit, 1 kWh (Rp)

VC = *Variable cost* (Rp)

Dengan mengetahui BEP, nilai dari perhitungan tersebut dapat menargetkan besar nilai penjualan yang harus dicapai agar tidak mengalami kerugian. Jika mampu menjual di atas BEP, maka akan menghasilkan laba. Namun, jika penjualan di bawah BEP, maka perusahaan akan mengalami kerugian.

Joseph Christoper .h, 2023

**DESAIN KONSEPTUAL HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS (HRES) PADA DAERAH TERPENCIL BERBASIS PERANGKAT LUNAK HOMER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu