

BAB 1.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik dikatakan sebagai energi fundamental bagi pembangunan dunia. Diantara semakin meningkatnya kebutuhan energi dan kondisi keterbatasan sumber energi fosil, kita juga dituntut untuk melindungi bumi dari pemanasan global dan polusi lingkungan. Indonesia terletak digaris khatulistiwa yang mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi surya rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia (Ruskardi, 2015). Di dalam jurnal yang berbeda juga menyampaikan hal yang sama bahwa intensitas radiasi matahari rata-rata mencapai 4,8 kWh/m², hal ini dapat berpotensi sebagai sumber penghasil energi listrik jika memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya sebagai salah satu daya tambahan (Roza and Mujirudin, 2019). Karena sinar matahari tidak bersifat polutif, tidak akan habis, namun bersifat gratis (cuma-cuma), maka sumber energi surya dapat dimanfaatkan untuk kelistrikan melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Gifson et al., 2020)

Radiasi matahari merupakan sumber energi yang paling menjanjikan karena sifatnya yang berkelanjutan terus menerus dan jumlahnya yang besar, karena hal itu radiasi matahari dapat mengatasi permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah energi fosil berkurang jumlahnya serta yang tidak ramah terhadap lingkungan. Jika radiasi matahari dapat dipergunakan dengan baik maka sebenarnya seluruh kebutuhan energi yang ada di bumi dapat terpenuhi (Huda, 2018).

Dalam penelitian pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi listrik alternatif bagi masyarakat didapatkan hasil bahwa kebutuhan listrik suatu daerah dapat terpenuhi dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Darma, 2017). Optimasi penggunaan tenaga surya sebagai pembangkit listrik di desa Air Glubi, Kepulauan Riau yang merupakan desa terluar Indonesia telah dilakukan penelitian,

keadaan desa yang belum teraliri listrik dan sangat sulit dijangkau oleh PLN saat ini. Terdapat beberapa keterbatasan antara lain: untuk menjangkau daerah ini diperlukan transportasi air dari pulau bintan dan berjalan kaki \pm 30 menit. Namun didapatkan hasil adanya kemiringan 9° merupakan kemiringan yang optimal karena dihasilkan energi listrik sepanjang tahun paling tinggi. Sehingga cocok untuk pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di kawasan tersebut (Kristyadi and Arfianto, 2021).

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh mahasiswa Universitas Diponegoro (UNDIP) dilakukan pengujian komponen pada PLTS dan menganalisis dampak dari pengimplementasian PLTS *On-grid* terhadap konsumsi energi listrik yang dilakukan pengujian selama 6 hari. Didapatkan hasil bahwa PLTS *On-grid* dapat menghemat penggunaan listrik PLN sebesar 75,6%. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem *On-grid* merupakan solusi untuk mengurangi pengeluaran (*cost*) (Windarta et al., 2020).

Pada kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan terpisahkan oleh perairan sehingga banyak daerah terpencil yang sulit untuk dijama. Diperkirakan terdapat 7.000 desa yang tidak mudah dalam mendapatkan akses energi listrik dengan perluasan jaringan sistem PLN saja. Salah satu alternatif yang dapat melistriki desa yang berada di pulau adalah dengan memanfaatkan potensi energi setempat yang berlimpah (Sinaga and Nugroho, 2015). Kepulauan Riau di Indonesia memiliki potensi yang signifikan untuk pengembangan energi surya karena paparan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun. Karena dibutuhkan untuk panel surya rata-rata dapat menghasilkan tenaga listrik dari jam 07.00 WIB sampai 18.00 WIB pada kondisi cerah dalam iklim tropis (Satria and Syafii, 2018).

Penelitian lain yang dilakukan di Kepulauan Riau tepatnya Pulau Sumbu, terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) telah ada di pulau tersebut sebagai sumber utama energi listrik. Permasalahannya dalam pengoperasian PLTD yang bekerja 24 jam *non-stop*, maka yang ditimbulkan adalah biaya pengeluaran bahan bakar diesel yang besar. Dalam penelitiannya, akan dilakukan integrasi antar pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, didapatkan hasil pengurangan

biaya konsumsi bahan bakar diesel dan juga dapat mengurangi pengoperasian PLTD di pulau Sumbu, yang akan membuat umur dari PLTD semakin lama dan lebih awet (Karnanto et al., 2023).

Medco E&P Natuna Ltd adalah salah satu anak perusahaan dari Medco Energi, perusahaan energi terkemuka di Indonesia. Medco E&P Natuna Ltd berfokus pada sektor eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi di wilayah Natuna, termasuk di daerah Matak, Kepulauan Riau. Sebagai bagian dari industri migas, perusahaan ini memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi di Indonesia. Eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi yang dilakukan di wilayah Natuna, khususnya di Matak, memiliki dampak strategis dalam mencukupi kebutuhan energi domestik serta mendukung pertumbuhan ekonomi negara (Website Medco Energi, 2023).

Seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran tentang pentingnya sumber daya energi terbarukan dan keberlanjutan, Medco E&P Natuna Ltd juga dapat memperhatikan penggunaan teknologi energi hijau, termasuk sistem Tenaga Surya Photovoltaic (Solar PV). Pemahaman mendalam tentang potensi dan kinerja teknologi ini dapat membantu perusahaan dalam merencanakan dan menerapkan langkah-langkah yang ramah lingkungan dan efisien dalam operasionalnya. Dengan fokus pada keberlanjutan dan pengembangan energi, Medco E&P Natuna Ltd terus berupaya untuk berkontribusi positif bagi industri migas di Indonesia sambil menjaga keberagaman lingkungan dan mengurangi dampak negatif terhadap alam sekitar.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik melakukan Pemodelan dan Analisis Kinerja Solar PV Sistem On-grid untuk Perusahaan Migas di Matak, Kepulauan Riau. Dimana sistem energi listrik utama yang ada di pulau tersebut adalah pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang dimiliki dan dioperasikan oleh Medco E&P Natuna sendiri dengan menggunakan biaya swadaya mandiri. Sehingga proyek ini diharapkan dapat menjadi bagian dari upaya untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sebagai energi konvensional tentunya akan berdampak kepada

pengurangan konsumsi bahan bakar diesel di Medco E&P Natuna wilayah Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau.

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan analisis teknis yang cermat dalam pemodelan dan pemasangan PLTS. Analisis teknis pemodelan dan pemasangan PLTS sangat penting untuk memastikan keberhasilan proyek pembangunan PLTS. Melalui analisis, berbagai aspek teknis seperti pemilihan lokasi, perhitungan kapasitas sistem, desain panel surya, konfigurasi instalasi, dan integrasi dengan jaringan listrik dapat dievaluasi dan dioptimalkan (Rahman Hakim et al., 2018). Pengaruh *shading* juga ikut diperhitungkan dalam menentukan kemampuan energi yang dihasilkan PLTS. Evaluasi kinerja performa PLTS dapat dibantu dengan menggunakan aplikasi *PVsyst* sebagai perangkat lunak (*Software*), dengan bantuan perangkat lunak ini, hal ini berguna untuk menganalisis unjuk kerja dan potensi pembangkit energi listrik dari perancangan PLTS tersebut (Alvin Ridho et al., 2018).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan judul "Pemodelan dan Analisis Kinerja Solar PV Sistem On-grid untuk Perusahaan Migas di Matak, Kepulauan Riau", beberapa perumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan analisis teknis untuk menentukan lokasi yang optimal untuk membangun PLTS On-grid 151,5 kWp di Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau, dengan mempertimbangkan potensi energi surya yang tersedia, ketersediaan infrastruktur listrik, dan kebutuhan listrik di wilayah tersebut?
2. Bagaimana melakukan perhitungan kapasitas sistem yang tepat untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau, dengan menggunakan PLTS On-grid 151,5 kWp, dengan mempertimbangkan karakteristik konsumsi listrik, variabilitas produksi energi surya, dan integrasi dengan jaringan listrik yang ada menggunakan aplikasi *software* HelioScope?
3. Bagaimana merancang dan menginstal panel surya secara efisien dalam konteks PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*, termasuk pemilihan ukuran, jenis, dan penempatan panel yang optimal untuk memaksimalkan produksi energi surya dan mengoptimalkan efisiensi sistem?

4. Bagaimana evaluasi kinerja teknis PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*, termasuk efisiensi, *performance ratio*, dan *annual energy production*, serta bagaimana hasil analisis ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas penggunaan PLTS On-grid dalam konteks energi terbarukan di Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau menggunakan aplikasi *software* PVSyst?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis potensi energi surya yang tersedia di Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau, untuk menentukan lokasi yang optimal bagi pembangunan PLTS On-grid 151,5 kWp.
2. Melakukan perhitungan kapasitas sistem dan pemodelan yang sesuai dengan kebutuhan listrik di wilayah Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau, dengan menggunakan PLTS On-grid 151,5 kWp, dengan mempertimbangkan karakteristik konsumsi listrik, variabilitas produksi energi surya, keterbatasan area dan integrasinya dengan jaringan listrik yang ada menggunakan aplikasi *software* HelioScope.
3. Mampu melakukan pemasangan panel surya secara efisien dalam konteks PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*, termasuk mengetahui spesifikasi komponen dan material panel surya dan asesoris pendukungnya, serta tata cara instalasi pemasangan *step by step* untuk memaksimalkan produksi energi surya sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) yang berlaku.
4. Melakukan analisis kinerja teknis sistem PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*, termasuk efisiensi dan penyebab *losses* daya dan hubungannya dengan *performance ratio* dan *output energy production*, serta mampu menganalisa kinerja energi yang dihasilkan secara harian, bulanan, hingga tahunan dari sejak PLTS beroperasi, serta mengetahui hubungan antara arus, voltase, daya dan energi dari parameter yang telah diukur dari 3 lokasi yang ada agar dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas penggunaan PLTS On-grid di Matak, Kepulauan Riau.

Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan dan penerapan teknologi energi surya di Kepulauan Riau, serta memberikan panduan bagi pengembang energi, pemerintah daerah, dan pemangku kepentingan terkait dalam mengoptimalkan penggunaan PLTS On-grid untuk mencapai tujuan keberlanjutan energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan analisis teknis yang komprehensif terhadap pemodelan, pemasangan, hingga analisis kinerja PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*, di Kepulauan Riau. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk pengembangan PLTS di wilayah Kepulauan Riau dan daerah serupa.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian tesis ini mencakup aspek-aspek teknis yang terkait dengan pemodelan, pemasangan, hingga analisis kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di lokasi studi kasus PLTS 151,5 kWp Matak *Shore Base*, Natuna, Kepulauan Riau. Beberapa poin penting dalam ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Analisis Potensi Energi Surya: Penelitian akan melibatkan analisis potensi energi surya yang tersedia di wilayah Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau, dengan mempertimbangkan variabilitas sinar matahari, kondisi cuaca, dan topografi daerah tersebut. Potensi energi surya ini akan menjadi dasar untuk menentukan lokasi optimal pemasangan PLTS On-grid 151,5 kWp.
2. Pemodelan Sistem PLTS On-grid: Penelitian ini akan menjelaskan tentang pemodelan sistem PLTS On-grid 151,5 kWp yang sesuai dengan kebutuhan listrik di wilayah Matak *Shore Base*, Kepulauan Riau. Ini meliputi perhitungan kapasitas sistem yang tepat, pemilihan dan penempatan panel surya yang efisien dengan keterbatasan area yang ada, serta integrasi dengan jaringan listrik utama yang ada.
3. Pemasangan Sistem PLTS On-grid: Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana metode dan tata cara *step by step* pemasangan dan instalasi Solar PV yang sesuai dengan standar dan menjelaskan bagaimana mengoperasikannya sesuai

prosedur, termasuk juga mengetahui material dan komponen dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk instalasinya.

4. Analisis Kinerja PLTS On-grid: Penelitian akan melakukan analisis kinerja teknis PLTS On-grid 151,5 kWp Medco E&P Natuna, Matak *Shore Base*. Analisis ini melibatkan analisis efisiensi sistem, penyebab *losses* daya dan hubungannya dengan produksi energi yang dihasilkan baik harian, bulanan hingga tahunan, serta hubungan antara arus, voltase, daya dan energi yang dihasilkan untuk memastikan keandalan sistem untuk produksi energi surya dalam memenuhi kebutuhan listrik di wilayah tersebut.

1.5 Kerangka Penulisan Tesis

Dalam rangka pembuatan tesis ini penulis membuat kerangka penulisan tesis yang terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

BAB 1. Pendahuluan

Dalam bab ini, penulis akan menguraikan latar belakang penelitian yang menjelaskan konteks dan urgensi topik penelitian. Selain itu, penulis akan merumuskan permasalahan yang akan diinvestigasi dalam tesis ini. Tujuan penelitian akan dijabarkan untuk memberikan gambaran tentang apa yang ingin dicapai. Ruang lingkup penelitian akan menggambarkan batasan-batasan penelitian, dan terakhir, penulis akan memperkenalkan kerangka penulisan tesis untuk memberikan gambaran umum tentang isi tesis.

BAB 2. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, penulis akan merinci tinjauan literatur terkait topik penelitian, termasuk penelitian-penelitian sebelumnya, teori-teori, dan konsep-konsep yang relevan. Hal ini akan memberikan landasan teoritis untuk penelitian yang akan dilakukan.

BAB 3. Metode Penelitian

Bab ini akan menjelaskan pendekatan dan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk pengumpulan data, analisis data, serta alat dan instrumen yang digunakan. Penjelasan rinci tentang bagaimana penelitian dilakukan akan disajikan di sini.

BAB 4. Hasil dan Pembahasan

Bab ini akan memuat hasil penelitian yang terdiri dari sub-bab 4.1 hingga 4.9. Sub-bab 4.1 hingga 4.5 akan menjelaskan secara terperinci analisis potensi energi surya di Matak, analisis penentuan lokasi pemasangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) 151,5 kWp Medco E&P Natuna, perhitungan *annual production*, simulasi kapasitas sistem PLTS on-grid untuk tiga lokasi berbeda, analisis *structural steel calculation Jetty Office & Airport Terminal*, serta rancangan instalasi dan tahapan pemasangan PLTS 151,5 kWp Medco E&P Natuna di 3 lokasi, dan analisis rancangan komponen serta material PLTS beserta spesifikasinya dalam konteks penelitian ini. Serta juga akan dibahas aspek keekonomian dan korelasi dari ketiga PLTS yang berberda lokasi tersebut dan dikaitkan dengan evaluasi kinerja teknis produksi energi dari masing-masing PLTS-nya yang didasarkan pada beberapa faktor dan indikator yang akan menyebabkan perbedaan nilai PR (*Performance Ratio*) dari masing-masing PLTS dari 3 lokasi tersebut.

BAB 5. Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini, penulis akan merangkum temuan-temuan dari penelitian dan menyajikan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian. Selain itu, penulis akan memberikan saran-saran untuk penelitian lanjutan atau penerapan praktis.

BAB 6. Daftar Pustaka

Daftar pustaka akan mencantumkan semua referensi yang digunakan dalam penelitian, sesuai dengan standar kutipan akademis yang berlaku.

BAB 7. Lampiran

Bab ini akan berisi data pendukung, grafik, tabel, dan informasi tambahan lainnya yang mendukung dan melengkapi penelitian. Lampiran akan memungkinkan pembaca untuk mengakses informasi yang lebih detail dan mendalam terkait penelitian ini.

Dengan kerangka penulisan tesis ini, penulis akan dapat menjalankan penelitian dengan terstruktur dan sistematis, memudahkan pembaca untuk mengikuti perkembangan penelitian, dan memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang energi terbarukan khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini.