

BAB 1.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, platform lepas pantai masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil seperti gas alam dan minyak diesel untuk memenuhi kebutuhan energinya. Ketergantungan ini secara signifikan berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, memperburuk masalah lingkungan global. Meskipun sistem energi konvensional ini dapat diandalkan dalam mendukung operasi, ketergantungan jangka panjang pada bahan bakar fosil bukanlah solusi yang berkelanjutan [1,2]. Beberapa pendekatan yang telah dieksplorasi termasuk penggunaan sumber energi terbarukan [3,4], seperti integrasi panel surya (PV) dan turbin angin dalam operasi minyak dan gas lepas pantai, dengan mengeksplorasi kemajuan teknologi dan implikasinya [5,6].

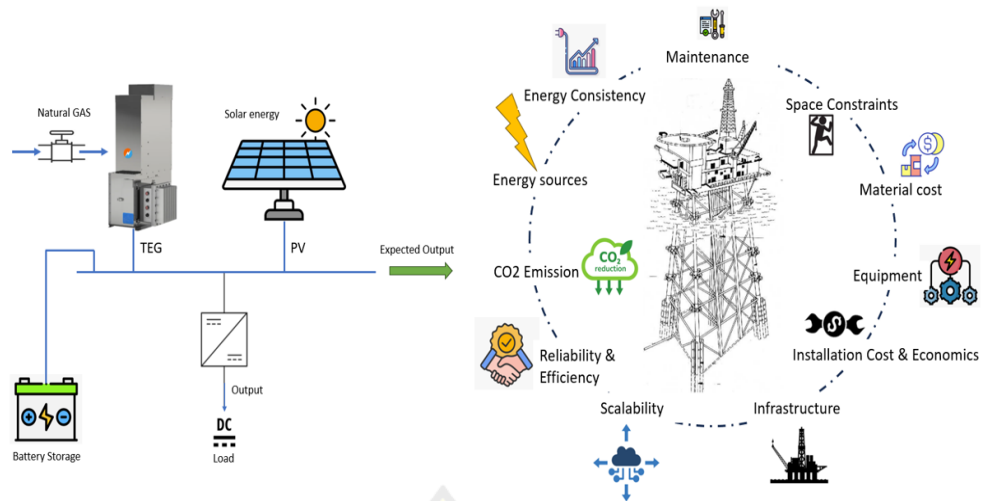
Studi lain menunjukkan bahwa penggunaan sistem Hybrid PV dan turbin angin pada platform lepas pantai dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon [7]. Namun, Ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi cuaca serta keterbatasan ruang pada offshore platform menghambat pemasangan PV dan turbin angin dalam skala besar. Di sisi lain beberapa peneliti telah menganalisis kelebihan dan tantangan integrasi sistem PV dengan generator diesel, terutama terkait stabilitas pasokan energi dan biaya operasional [8]. Sedangkan teknologi termoelektrik (TEG) yang jauh lebih rendah emisi karbonnya dibanding disel generator, yang bekerja melalui efek Seebeck, di mana perbedaan suhu diubah menjadi tegangan listrik, belum banyak dibahas [9].



Gambar 1. Thermolectric Generator

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi teknologi fotovoltaik (PV) dan termoelektrik (TEG) memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi jejak karbon [7,10], juga memberikan solusi energi yang lebih berkelanjutan dalam konteks operasi lepas pantai. Dalam operasi minyak dan gas lepas pantai, energi yang andal dan efisien sangat penting untuk menjaga kelancaran proses produksi [11]. Namun, meningkatnya tekanan untuk mengurangi emisi karbon dan dampak lingkungan membuat integrasi teknologi terbarukan seperti PV dan TEG semakin relevan [12]. Integrasi kedua teknologi ini memungkinkan pemanfaatan energi yang lebih optimal dengan menggabungkan keunggulan masing-masing dalam produksi listrik, PV pada siang hari dan TEG pada malam hari atau saat cuaca mendung, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti gas alam atau diesel dan membantu mengatasi fluktuasi energi yang sering terjadi pada sistem yang hanya menggunakan PV. Pengurangan penggunaan bahan bakar fosil secara langsung berdampak pada penurunan emisi gas rumah kaca [13,14], dan membantu mencapai target pengurangan karbon global [15–17].

Meskipun menjanjikan, integrasi PV dan TEG menghadapi tantangan teknis di lingkungan lepas pantai yang memiliki kondisi yang tidak stabil, sehingga memerlukan sistem manajemen yang handal untuk memastikan produksi listrik yang stabil dan distribusi daya yang optimal [18]. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menguji sistem energi hybrid yang menggabungkan PV dan TEG, yang diharapkan dapat memberikan efisiensi lebih tinggi dan mengurangi biaya operasional berkat berkurangnya permintaan bahan bakar fosil dan kebutuhan perawatan yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem konvensional [18]. Gambar 2 mengilustrasikan skema kombinasi teknologi ini, yang diharapkan dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi jejak karbon pada operasi minyak dan gas lepas pantai [19]. Dengan pendekatan ini, integrasi PV dan TEG dapat menjadi solusi strategis untuk keberlanjutan energi di sektor minyak dan gas, mengatasi tantangan lingkungan dan ekonomi saat ini [20].



Gambar 2. Hybrid output

Desain sistem hybrid yang menggabungkan Thermoelectric Generator (TEG) dan fotovoltaik (PV) menawarkan solusi efisien dan berkelanjutan untuk memenuhi peraturan emisi yang semakin ketat. Sistem ini mampu mengurangi konsumsi bahan bakar gas alam dan menekan biaya perawatan, menjadikannya pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem konvensional. Meskipun demikian, terdapat kekurangan dalam penelitian terkait implementasi nyata teknologi hybrid ini di lingkungan operasi minyak dan gas lepas pantai, terutama dalam hal evaluasi kinerja jangka panjangnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi sistem hybrid TEG dan PV dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon, serta mengidentifikasi keuntungan teknis dan ekonomi yang dihasilkan dari penerapan sistem tersebut. Keunikan penelitian ini terletak pada pendekatan integratif yang belum banyak diterapkan di sektor ini, dengan fokus pada penghematan biaya dan keberlanjutan, menjadikannya solusi praktis untuk meningkatkan efisiensi energi dalam jangka panjang sesuai tuntutan regulasi [21,22].

1.2 Perumusan Masalah

Ketergantungan platform lepas pantai pada bahan bakar fosil, seperti gas alam dan minyak diesel, berdampak signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan masalah lingkungan global. Mengingat tekanan untuk mematuhi peraturan emisi yang lebih ketat, diperlukan solusi energi berkelanjutan yang dapat memenuhi kebutuhan operasional yang andal dan efisien. Integrasi teknologi fotovoltaik (PV) dan termoelektrik (TEG) muncul sebagai potensi untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi jejak karbon, namun menghadapi tantangan teknis di lingkungan produksi minyak dan gas lepas pantai. Selain itu, penting untuk mengeksplorasi manfaat ekonomi dari sistem hybrid ini, termasuk pengurangan konsumsi bahan bakar dan biaya perawatan, serta

bagaimana sistem ini dapat menjadi alternatif teknologi yang menarik untuk mencapai tujuan keberlanjutan di sektor industri minyak dan gas.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tantangan teknis dalam perancangan system pembangkit hybrid fotovoltaik (PV) dan termoelektrik (TEG) di lingkungan pengeboran minyak dan gas lepas pantai.
2. Menganalisis potensi sistem hybrid yang mengintegrasikan teknologi fotovoltaik (PV) dan termoelektrik (TEG) untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon pada operasi minyak dan gas lepas pantai.
3. Menilai manfaat ekonomi dari penggunaan sistem hybrid, termasuk pengurangan biaya operasional dan konsumsi bahan bakar, untuk mendukung keberlanjutan di sektor minyak dan gas.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini selain melakukan perhitungan manual juga akan menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk melakukan simulasi dan perhitungan sistem hybrid yang mengintegrasikan teknologi fotovoltaik (PV) dan termoelektrik (TEG) dalam konteks operasi minyak dan gas lepas pantai. Fokus penelitian ini adalah pada analisis efisiensi energi dari sistem hybrid, termasuk perbandingan output energi dan pengurangan emisi karbon dengan sistem konvensional yang bergantung pada bahan bakar fosil. Selain itu, penelitian akan mencakup pemetaan kinerja sistem PV dan TEG berdasarkan data simulasi dari PVsyst dan sedikit menyinggung masalah keekonomian, tanpa mempertimbangkan faktor eksternal seperti dampak sosial yang lebih luas.

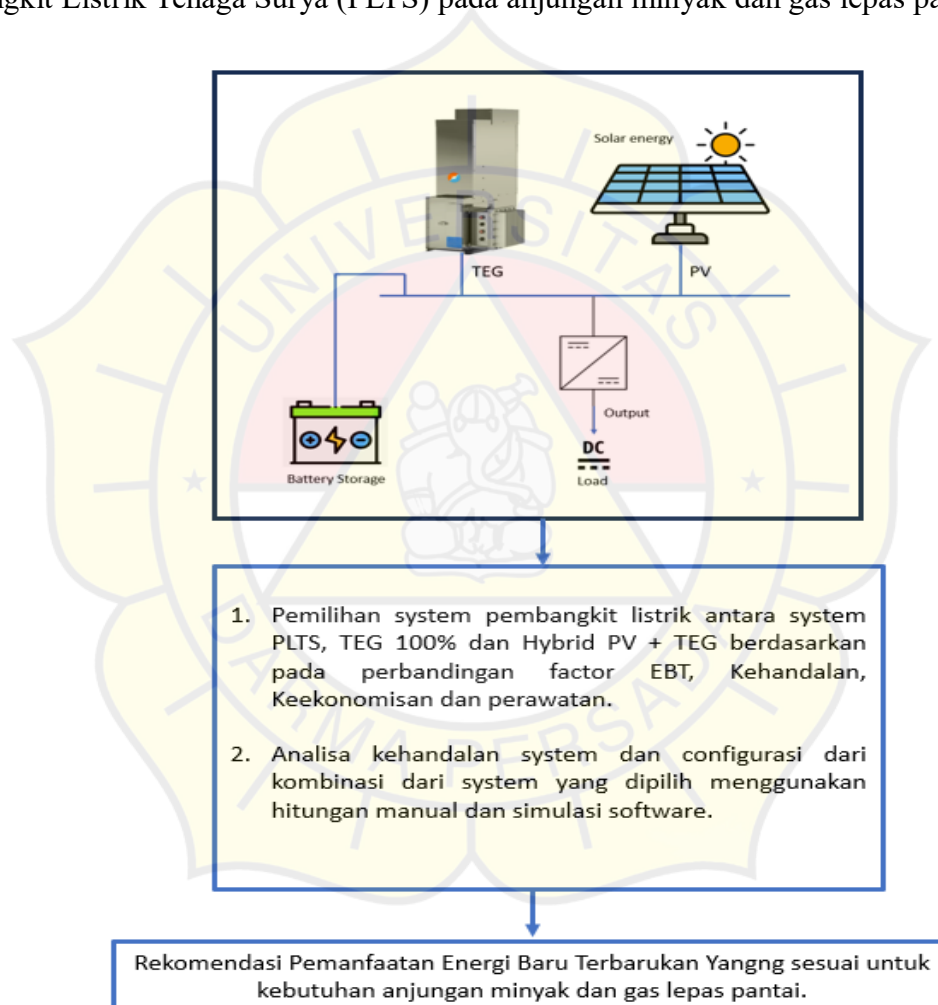
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini meliputi beberapa aspek penting dalam upaya mencapai keberlanjutan dan efisiensi di sektor minyak dan gas lepas pantai. Pertama, penelitian ini memberikan solusi potensial untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca, dengan mengintegrasikan teknologi termoelektrik (TEG) dan fotovoltaik (PV). Kedua, hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi emisi karbon secara substansial, membantu sektor ini mematuhi regulasi emisi yang semakin ketat. Ketiga, dengan

mengoptimalkan penggunaan panas pembakaran gas alam dan energi matahari, penelitian ini juga menawarkan peluang untuk menekan biaya operasional melalui pengurangan konsumsi bahan bakar dan pemeliharaan. Selain itu, integrasi sistem hybrid ini mendukung penerapan praktik yang lebih ramah lingkungan, yang pada akhirnya dapat memajukan sektor minyak dan gas menuju operasi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan hemat biaya.

1.6 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini adalah pemikiran untuk meng-hybrid suplai tenaga listrik dari termoelektrik (TEG) sebagai system enegi saat ini dengan pemanfaatan energi terbarukan yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada anjungan minyak dan gas lepas pantai.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

1.7 Kerangka Penulisan

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

BAB 1. Pendahuluan

Dalam bah 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 menjelaskan hasil dari pemilihan system pembangkit listrik yang paling baik untuk digunakan pada anjungan minyak dan gas lepas pantai dengan meninjau sisi teknis yang berasal dari perhitungan dan simulasi menggunakan *PVsyst software*. Pada bab ini juga di perlihatkan hasil perhitungan keekonomian dari rancangan tersebut serta perhitungan pengurangan penggunaan bahan bakar gas dan pengurangan jumlah emisi CO₂.

BAB 5. Kesimpulan

Pada bab ini, penulis akan merangkum temuan-temuan dari penelitian dan menyajikan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian.