

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu merupakan pengantar yang memberikan informasi detail mengenai situasi atau konteks latar belakang penelitian, merumuskan masalah penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta membatasi rentang topik yang akan dibahas.

1.1 Latar Belakang

Hidrogen dianggap sebagai pilihan energi yang menjanjikan sebagai pengganti bahan bakar fosil karena masalah lingkungan dan keterbatasan energi (Ustolin dkk., 2020). Hidrogen dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang bersih dan ramah lingkungan pada berbagai aplikasi seperti sistem pemanas rumah, pesawat terbang, pembangkit listrik, dan kendaraan listrik. Saat ini, kendaraan listrik yang menggunakan energi hidrogen sebagai bahan bakar, yang dikenal sebagai *Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)*, sedang dikembangkan dan dipelajari secara intensif. *FCEV* adalah kendaraan yang tidak menciptakan polusi karena menggunakan listrik yang dihasilkan dari kombinasi udara dari atmosfer dan hidrogen terkompresi yang disimpan dalam *pressure vessel* di dalam kendaraan. *FCEV* menggunakan teknologi *fuel cell* untuk menghasilkan listrik dari hidrogen sebagai sumber energinya. Selain tidak menciptakan emisi gas beracun, *FCEV* juga mampu memurnikan udara dengan menghilangkan partikel ultra-halus selama penggunaan (Hyundai Motor, 2022). Teknologi ini sejalan dengan upaya pemerintah Indonesia untuk mencapai target *net zero emission* pada tahun 2060 (Kementerian ESDM, 2021).

Pressure vessel adalah sebuah tangki atau wadah yang didesain untuk menampung zat padat, cair, atau gas dengan tekanan *internal* maupun *eksternal* yang berbeda (Khobragade & Gandhe, 2017). Terdapat beberapa jenis *pressure vessel* yang memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda-beda tergantung pada kebutuhan, seperti separator yang berfungsi sebagai pemisah antara zat-zat yang berbeda, *heat exchanger* yang berfungsi sebagai pengubah kalor, kondensor yang berfungsi untuk menurunkan suhu dari zat yang diuapkan, reaktor yang berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi kimia, dan *storage tank* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan zat dengan tekanan tertentu (Sachidananda & Prasanth, 2019). Dalam kendaraan *Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)*, *pressure vessel* memiliki peran penting sebagai tempat penyimpanan hidrogen yang digunakan untuk menghasilkan listrik melalui sistem *fuel cell*. *Pressure vessel* harus didesain sesuai standar untuk memastikan keamanan selama kendaraan beroperasi, karena hidrogen merupakan bahan bakar yang mudah terbakar dan meledak jika terjadi kebocoran atau kerusakan pada *pressure vessel*, faktor keamanan harus diperhatikan secara serius dalam desain dan konstruksi *pressure vessel* untuk mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan kebakaran yang dapat membahayakan pengemudi dan penumpang (Ustolin dkk., 2020).

Menurut Jegatheesan & Zakaria (2018), faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan *pressure vessel* dapat bervariasi, termasuk penggunaan material yang tidak sesuai, kesalahan dalam teknik atau proses desain, dan penggunaan teknik fabrikasi yang tidak tepat. Keselamatan harus menjadi prioritas utama dalam merancang *pressure vessel* karena konsekuensinya yang berbahaya jika terjadi kegagalan. Namun, desain *pressure vessel* melibatkan keseimbangan antara faktor ekonomi dan keselamatan (Khobragade & Gandhe, 2017). Untuk mencapai desain yang optimal, risiko yang terkait dengan kegagalan dan konsekuensinya harus dipertimbangkan dengan cermat. Pendekatan ini melibatkan berbagai faktor, seperti model desain *head* dan tipe material yang digunakan, ketebalan *shell*, dan desain struktur pendukung. Selain itu, faktor eksternal seperti suhu dan fluktuasi tekanan yang dapat mempengaruhi keutuhan *pressure vessel* juga harus dipertimbangkan secara serius.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian pada skripsi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tipe *head* dan jenis material dengan tiga model ukuran ketebalan yang berbeda terhadap aspek karakteristik mekanis pada hidrogen *pressure vessel* tipe *storage tank* dengan menggunakan metode desain modeling (*computer aided design*) dan analisis elemen hingga (*finite element analysis*). Metode ini akan digunakan untuk membuat model hidrogen *storage tank* dan melakukan analisis simulasi untuk mengukur nilai *equivalent stress*, *total deformation* dan *safety factor*. Berbagai variasi tipe *head*, jenis material dan ukuran ketebalan akan dimasukkan untuk mempelajari pengaruhnya pada aspek karakteristik mekanis hidrogen *pressure vessel*. Diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan informasi yang berguna bagi pengembang teknologi *fuel cell electric vehicle* untuk meningkatkan keamanan dan kekuatan dari penyimpanan hidrogen pada *pressure vessel*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan masalah penelitian skripsi sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *total deformation* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?
2. Bagaimana pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *equivalent stress* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?
3. Bagaimana pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *safety factor* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian skripsi yang didapatkan berdasarkan pemaparan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *total deformation* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?
2. Mengetahui pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *equivalent stress* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?
3. Mengetahui pengaruh tipe desain *head*, jenis material dan ukuran ketebalan terhadap *safety factor* pada *pressure vessel* hidrogen *storage tank*?

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian skripsi yang didapatkan berdasarkan pemaparan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan dan mengembangkan ilmu terkait faktor-faktor yang dapat mempengaruhi aspek karakteristik mekanis dari hidrogen *pressure vessel*
2. Memberikan informasi untuk studi selanjutnya dan pengembangan teknologi baru dalam membuat hidrogen *pressure vessel* yang lebih baik dan efisien.
3. Meningkatkan pemahaman terkait keamanan hidrogen *pressure vessel*, serta berkontribusi untuk pengembangan energi bersih yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Tujuan dari batasan masalah adalah untuk memfokuskan pembahasan dan mencegah terlalu meluasnya cakupan topik. Dalam penelitian ini, batasan masalah akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Perancangan dan analisis hanya difokuskan pada komponen *head* dan *shell pressure vessel*, sehingga perancangan dan analisis pada komponen distribusi fluida (perpipaan) dan *nozzle* diabaikan.
2. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *FEA (Finite Element Analysis)*, sehingga semua analisis yang terkait dengan *CFD (Computational Fluid Dynamic)* tidak diperhitungkan.
3. Penelitian ini hanya memperhitungkan pengaruh dari penggunaan hidrogen terkompresi, sehingga variasi fluida lain yang mungkin mempengaruhi hasil penelitian tidak diperhitungkan.
4. Standar yang digunakan meliputi *ASME BPVC Section VIII Dvs 1*, *ISO 11439* dan *SNI 7928*

1.6 Urgensi Penelitian

Penelitian tentang pengaruh tipe *head*, material, dan ketebalan pada *pressure vessel* untuk penyimpanan hidrogen memiliki peran penting dalam pengembangan energi terbarukan.

Hidrogen, sebagai bahan bakar alternatif dengan emisi rendah bahkan nol, memerlukan penelitian ini untuk memastikan integrasi yang aman dan efisien dalam infrastruktur penyimpanan hidrogen. Penelitian ini sejalan dengan rencana induk riset nasional 2017-2045 yang ditetapkan oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, terutama dalam konteks riset energi terbarukan dengan tema Teknologi Substitusi Bahan Bakar.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Skripsi akan disusun dengan menggunakan format penulisan yang terdiri dari lima bab dan masing-masing bab akan dijelaskan isinya sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab satu merupakan bagian awal dari penelitian ini, yang memberikan informasi detail mengenai situasi atau konteks latar belakang penelitian, merumuskan masalah penelitian, tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian tersebut, serta membatasi ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua akan menguraikan dasar teori yang relevan dengan penelitian ini, yang akan digunakan sebagai dasar untuk merancang sebuah solusi dan memberikan jawaban terhadap permasalahan yang diidentifikasi.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga adalah bagian yang menjelaskan mengenai metodologi penelitian, mencakup jenis penelitian yang dilakukan, diagram alir yang menunjukkan langkah-langkah pelaksanaan penelitian, serta penjelasan tentang fase-fase yang digunakan dalam melakukan penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat berisi tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan, meliputi fase-fase yang digunakan dalam proses perancangan dan simulasi analisis tangki penyimpanan bahan bakar hidrogen, yaitu fase perancangan, fase pengaplikasian material, fase simulasi pengujian, dan fase analisis.

BAB V : PENUTUP

Bab lima adalah bagian penutup dari penelitian ini, yang berisi kesimpulan yang diambil dari perancangan dan analisis untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Selain itu, pada bab ini juga diberikan saran-saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan untuk melanjutkan penelitian ini atau meneliti topik yang terkait.